



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

DE 42 25 653 A 1

- 21 Aktenzeichen: P 42 25 653.4
22 Anmeldetag: 3. 8. 92
43 Offenlegungstag: 11. 2. 93

G 01 S 13/60

G 01 S 17/02
G 01 S 15/60
G 01 S 13/62
G 01 P 3/00
B 60 K 35/00
B 60 K 28/16
B 60 K 31/00
B 60 T 8/32

DE 42 25 653 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31

05.08.91 JP P 3-221042 05.08.91 JP P 3-221043
23.04.92 JP P 4-130183

71 Anmelder:

Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

74 Vertreter:

Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Pellmann, H., Dipl.-Ing.; Grams,
K., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:

Ikeda, Shinji; Mizukoshi, Masashi, Toyota, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage

- 57 Eine Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage für ein Fahrzeug hat einen am Fahrzeugaufbau befestigten Sender, der eine Welle zu einer von dem Fahrzeug befahrenen Fahrbahn sendet, einen an dem Fahrzeugaufbau befestigten Empfänger, der einen Teil der von der Fahrbahn reflektierten Welle empfängt, und eine Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung, die eine Bodengeschwindigkeit des Fahrzeugs in bezug auf die Fahrbahn aus einer Sendefrequenz der von dem Sender gesendeten Welle und einer Empfangsfrequenz der von dem Empfänger aufgenommenen Welle ermittelt. Die Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung bestimmt die Fahrgeschwindigkeit aus einem Parameter, der sich mit einem Winkel des Fahrzeugaufbaus in bezug auf die Fahrbahn in einer zur Fahrtrichtung parallelen und zur Fahrbahn senkrechten Ebene ändert, sowie aus der Differenz zwischen der Sendefrequenz und der Empfangsfrequenz.

DE 42 25 653 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Messen der Bodengeschwindigkeit eines Motorfahrzeugs, nämlich der Fahrgeschwindigkeit in bezug auf die Fahrbahn durch Nutzung des Dopplereffektes und betrifft insbesondere ein Verfahren zum Verbessern der Genauigkeit der Fahrgeschwindigkeitsmessung.

Aus der 1986 veröffentlichten JP-A-61-14 586 ist eine Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage bekannt, die (a) einen am Aufbau eines Fahrzeugs befestigten Sender zum Senden einer Welle zu der vom Fahrzeug befahrenen Fahrbahn, (b) einen an dem Fahrzeugaufbau befestigten Empfänger zum Empfangen eines von der Fahrbahn reflektierten Teils der Welle und (c) eine Fahrgeschwindigkeits-Ermittlungseinrichtung enthält, die aus der Sendefrequenz der gesendeten Welle und der Empfangsfrequenz der empfangenen Welle die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs in bezug auf die Fahrbahn ermittelt.

Der Sender und der Empfänger sind an dem Fahrzeugaufbau derart befestigt, daß sie in einer vorbestimmten Richtung in bezug auf die Fahrtrichtung ausgerichtet sind und die Wege, auf denen sich die vom Sender gesendete Welle und die vom Empfänger aufgenommene Welle ausbreiten, in einer zur Fahrtrichtung parallelen und zu der Fahrbahn senkrechten Ebene einen vorbestimmten Winkel in bezug auf die Fahrbahn bilden. D.h., wenn sich infolge eines Nickens oder Neigens des Fahrzeugaufbaus in dieser Ebene der Winkel des Fahrzeugaufbaus in bezug auf die Fahrbahn ändert, ändert sich der Winkel des Sendeweges und Empfangsweges in bezug auf die Straßenoberfläche.

Das Nicken oder Neigen des Fahrzeugaufbaus entsteht beispielsweise durch Bremsen oder durch schnelles oder plötzliches Beschleunigen oder Verlangsamen. Infolgedessen weicht der Winkel der Sende- und Empfangswegen in bezug auf die Fahrbahn von dem nominellen Winkel ab. Diese Abweichung hat einen Einfluß auf die Fahrgeschwindigkeit, die durch die Meßanlage aus der Sendefrequenz des Senders und der Empfangsfrequenz des Empfängers ermittelt wird. Daher enthält die ermittelte Fahrgeschwindigkeit mehr oder weniger einen Fehler, der durch die Änderung des Winkels des Senders und Empfängers in bezug auf die Fahrbahn während der Fahrt entsteht. Aus diesem Grund ist die herkömmliche Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage hinsichtlich der Meßgenauigkeit nicht zufriedenstellend.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage zu schaffen, die unabhängig von einer durch ein Nicken oder Neigen des Fahrzeugaufbaus während der Fahrt verursachten Änderung des Winkels des Senders und Empfängers in bezug auf die Fahrbahn das Erfassen der Fahrgeschwindigkeit mit hoher Genauigkeit ermöglicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Mit dieser erfindungsgemäßen Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage wird somit die Bodengeschwindigkeit des Fahrzeugs nicht nur aus dem Zusammenhang oder Unterschied zwischen der Sendefrequenz der vom Sender gesendeten Welle und der Empfangsfrequenz der vom Empfänger empfangenen Welle, sondern auch aus dem Parameter ermittelt, der sich mit dem Winkel des Fahrzeugaufbaus in bezug auf die Fahr-

bahn ändert. Infolgedessen wird eine Abweichung des Winkels des Sendeweges und Empfangsweges in bezug auf die Fahrbahn von dem nominellen bzw. Sollwinkel derart berücksichtigt, daß entsprechend dem Ausmaß der Abweichung des Winkels vom Sollwert die aus der Sendefrequenz und der Empfangsfrequenz ermittelte Fahrgeschwindigkeit korrigiert wird. Daher ermöglicht diese Meßanlage das Erfassen oder Bestimmen der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs mit höherer Genauigkeit als die bekannte Meßanlage, in der die Fahrgeschwindigkeit nur aus dem Dopplereffekt bzw. der Sendefrequenz und der Empfangsfrequenz bestimmt wird. D.h., die erfindungsgemäße Anlage gewährleistet eine ausreichend hohe Genauigkeit der Messung der Fahrgeschwindigkeit auch dann, wenn der Fahrzeugaufbau aus irgendeinem Grund in bezug auf die Fahrbahn geneigt ist.

Die Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung kann eine Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung zum Ermitteln einer Beschleunigung oder Verlangsamung des Fahrzeugaufbaus als den Parameter enthalten, der sich mit dem Winkel des Fahrzeugaufbaus ändert. Alternativ kann die Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung eine Neigungsdetektor-einrichtung enthalten, die als Parameter, der sich mit dem Winkel des Fahrzeugaufbaus ändert, eine Differenz der Höhe des Fahrzeugaufbaus an dessen Frontteil und Heckteil erfaßt.

Bei der letzteren Gestaltung, bei der die Neigungsdetektoreinrichtung verwendet wird, können mit jeweiligen Höhensensoren die Höhen des Frontteils und des Heckteils des Fahrzeugaufbaus von der Fahrbahn weg erfaßt werden, so daß der Neigungswinkel des Fahrzeugaufbaus aus der vorderen und der hinteren Höhe ermittelt werden kann. Da die Fahrgeschwindigkeit nicht nur aus der Sendefrequenz und der Empfangsfrequenz nach dem Dopplereffekt, sondern auch aus dem Neigungswinkel des Fahrzeugaufbaus ermittelt wird, ist die Genauigkeit der Fahrgeschwindigkeitsmessung verbessert.

Die erstere Gestaltung, bei der die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer Beschleunigung oder Verlangsamung des Fahrzeugs verwendet wird, beruht auf dem Umstand, daß zwischen dem Neigungswinkel des Fahrzeugaufbaus bzw. dem Winkel des Senders und Empfängers und der Beschleunigung oder Verlangsamung des Fahrzeugs wie beispielsweise der Verlangsamung durch Bremsen ein bestimmter Zusammenhang besteht. Als Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung kann ein Sensor zum direkten Messen der Beschleunigung oder Verlangsamung oder eine Einrichtung zum indirekten Ermitteln der Beschleunigung oder Verlangsamung aus einer geschätzten Geschwindigkeit des Fahrzeugs verwendet werden, welche wiederum aus den Drehzahlen der Fahrzeugräder ermittelt wird. In jedem Fall ist die Genauigkeit der Messung der Fahrgeschwindigkeit verbessert, da die Fahrgeschwindigkeit nicht allein nach dem Dopplereffekt, sondern auch nach der Beschleunigung oder Verlangsamung des Fahrzeugs bestimmt wird, durch die sich der Winkel des Fahrzeugaufbaus, nämlich der Winkel des Senders und Empfängers in bezug auf die Fahrbahn ändert.

Diese Gestaltung, bei der als der sich mit dem Winkel des Fahrzeugaufbaus ändernde Parameter die Beschleunigung oder Verlangsamung des Fahrzeugs benutzt wird, ist dann vorteilhaft, wenn die Meßanlage für eine Antiblockier-Bremsereinrichtung für das Re-

geln des an den jeweiligen Rädern aufzubringenden Bremsdruckes in der Weise verwendet wird, daß ein übermäßiger Schlupf des Rades auf der Fahrbahn vermieden wird.

Wenn eine Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage für eine Antiblockier-Bremsregleinrichtung eingesetzt wird, wird in Abhängigkeit von den durch jeweilige Raddrehzahlsensoren erfaßten Drehzahlen der Räder und der durch die Meßanlage erfaßten Fahrgeschwindigkeit der an den jeweiligen Fahrzeugrädern aufzubringende Bremsdruck derart geregelt bzw. gesenkt oder erhöht, daß das Blockieren des Rades verhindert ist.

Unter Bezugnahme auf Fig. 16 wird ein Beispiel für einen Antiblockier-Bremsregelvorgang erläutert, der eingeleitet wird, wenn infolge eines in bezug auf den Reibungskoeffizienten der Fahrbahn übermäßigen Bremsdruckes an einem Rad der Schlupf des Rades auf der Fahrbahn einen vorbestimmten Grenzwert übersteigt. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit aus den erfaßten Drehzahlen der Räder berechnet wird, ist gemäß der Darstellung durch I in Fig. 16 infolge des Schlupfes oder Blockierens des Rades die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit niedriger als die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit bzw. Bodengeschwindigkeit. Die Differenz zwischen der berechneten Geschwindigkeit und der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit wird größer, wenn der Schlupf des Rades stärker wird. Wenn der Antiblockier-Bremsregelvorgang eingeleitet wird, wird der an dem Rad aufgebrauchte Bremsdruck zuerst plötzlich gesenkt, um den Schlupf zu verringern, wodurch zu einer bestimmten Zeit nach dem Beginn der Bremsdrucksenkung die verringerte Radgeschwindigkeit zu der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit hin anzusteigen beginnt. Infolgedessen beginnt auch die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit anzusteigen.

Letztlich wird die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit gleich der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit und es wird zum Verhindern des übermäßigen Schlupfes des Rades der Bremsdruck abwechselnd erhöht und gesenkt, so daß die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit folgend abnimmt.

Es ist daher ersichtlich, daß ein Bremsvorgang an einem bestimmten Rad unter Antiblockierregelung des Bremsdruckes die folgenden vier Zeitabschnitte hat:

Zeitabschnitt A zwischen dem Beginn des Bremsens und dem Beginn der Antiblockierregelung des Bremsdruckes (erste Bremsdrucksenkung),

auf den Zeitabschnitt A folgender Zeitabschnitt B bis zu dem Zeitpunkt, an dem infolge der ersten Bremsdrucksenkung die berechnete Geschwindigkeit anzusteigen beginnt,

auf den Zeitabschnitt B folgender Zeitabschnitt C bis zu dem Zeitpunkt, an dem die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit folgend zu sinken beginnt und

auf den Zeitabschnitt C folgender Zeitabschnitt D bis zum Beenden der Antiblockierregelung des Bremsdruckes.

Der in Fig. 16 dargestellte Zeitabschnitt I ist die Summe aus den Zeitabschnitten A und B, während Zeitabschnitte II und III in Fig. 16 jeweils gleich den Zeitabschnitten C bzw. D sind.

In dem Zeitabschnitt A, in dem der Bremsdruck nicht durch die Antiblockier-Bremsregleinrichtung geregelt wird, ist die Differenz der Radgeschwindigkeiten so klein als ob die Räder nicht gebremst würden. Infolge-

dessen ist in dem Zeitabschnitt A die aus den Raddrehzahlen ermittelte Änderung der berechneten Radgeschwindigkeit verhältnismäßig klein. In den Zeitabschnitten B, C und D, in denen der an dem betreffenden Rad, nämlich mindestens einem der Räder aufgebrauchte Bremsdruck unter Antiblockierregelung geregelt wird, besteht die Tendenz, daß die Raddrehzahlen untereinander eine verhältnismäßig große Differenz haben und die berechnete Radgeschwindigkeit eine verhältnismäßig große Abweichung hat.

D.h., die Drehzahl des Rades, an dem durch die Antiblockier-Regleinrichtung der Bremsdruck gesenkt ist, ist höher als diejenige des Rades, an dem der Bremsdruck nicht gesenkt ist. Es ist auch festzustellen, daß die Abweichung der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit von der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit in den Zeitabschnitten B und C größer ist als in den Zeitabschnitten A und D. D.h., die Genauigkeit der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit ist in den Zeitabschnitten B und C geringer als in den Zeitabschnitten A und D.

Diese Umstände sollten berücksichtigt werden, wenn die aufgrund der Radgeschwindigkeit berechnete Beschleunigung oder Verlangsamung als Parameter herangezogen wird, der sich mit dem Winkel des Fahrzeugaufbaus ändert.

Es ist ferner anzumerken, daß sich der Winkel des Fahrzeugaufbaus in dem Zeitabschnitt A unmittelbar nach dem Beginn des Antiblockier-Bremsregelvorgangs, nämlich der ersten Bremsdrucksenkung schneller ändert als in den nachfolgenden Zeitabschnitten B, C und D. Dies bedeutet, daß sich die Verlangsamung des Fahrzeugs in dem Zeitabschnitt A schneller ändert als in den Zeitabschnitten B, C und D. In dieser Hinsicht sollte die Einrichtung zum direkten oder indirekten Ermitteln der Beschleunigung oder Verlangsamung als Parameter, der sich mit dem Fahrzeugaufbauwinkel ändert, eine hohe Empfindlichkeit auf Änderungen der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit in dem Zeitabschnitt A haben.

Im Hinblick auf diese Feststellungen enthält die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung der Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung vorzugsweise einen Beschleunigungs/Verlangsamungssensor zum Erfassen einer Beschleunigung oder Verlangsamung des Fahrzeugaufbaus und eine Beschleunigungs- oder Verlangsamungs-Ermittlungseinrichtung, die aus dem Ausgangssignal des Sensors wiederholt aufeinanderfolgende Abfragewerte für die Beschleunigung oder Verlangsamung ermittelt. Die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Ermittlungseinrichtung erfaßt während eines ersten Zeitabschnitts nach Beginn des Bremsens des Fahrzeugs aufgrund einer vorbestimmten ersten Anzahl von aufeinanderfolgenden Abfragewerten in Zählung von dem letzten Abfragewert weg einen ersten Wert als den Parameter, der sich mit dem Fahrzeugwinkel ändert. Während eines auf den ersten Zeitabschnitt folgenden zweiten Zeitabschnittes ermittelt die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung als Parameter einen zweiten Wert aus einer vorbestimmten zweiten Anzahl der aufeinanderfolgenden Abfragewerte in Zählung von dem letzten Abfragewert her. Die zweite Anzahl ist größer als die erste Anzahl.

Gemäß diesem Merkmal der Erfindung ist die Anzahl der während des ersten bzw. anfänglichen Zeitabschnittes unmittelbar nach dem Beginn des Bremsens herangezogenen Abfragewerte der Beschleunigung oder Verlangsamung kleiner als die Anzahl der während des zweiten bzw. darauffolgenden Zeitabschnittes verwendeten Abfragewerte. Diese Gestaltung gewährleistet ei-

ne gute Reaktion des ermittelten Beschleunigungs- oder Verlangsamungswertes (und daher der ermittelten Fahrgeschwindigkeit) auf die Änderung der tatsächlichen Beschleunigung oder Verlangsamung selbst in dem anfänglichen Zeitabschnitt (A), in dem sich die Verlangsamung des Fahrzeugs schneller ändert als in dem nachfolgenden Zeitabschnitt (B, C, D). Dies bedeutet, daß selbst in dem unmittelbar auf den Beginn des Bremsens folgenden anfänglichen Zeitabschnitt der Winkel des Fahrzeugaufbaus auf genaue Weise durch die ermittelte Beschleunigung oder Verlangsamung repräsentiert ist. Ferner ist bei dieser Gestaltung eine ausreichend hohe Genauigkeit bei der Ermittlung der Beschleunigung oder Verlangsamung in dem zweiten Zeitabschnitt (B, C, D) gewährleistet, da die Anzahl der in dem zweiten Zeitabschnitt verwendeten Abfragewerte für die Beschleunigung oder Verlangsamung größer als die Anzahl der in dem ersten Zeitabschnitt herangezogenen Abfragewerte gewählt ist. Bei dieser Anordnung, bei der die Abfragewerte für die Beschleunigung oder Verlangsamung direkt aus dem Beschleunigungs/Verlangsamungssensor erhalten werden, ist die mittels der Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung bestimmte Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs selbst in dem Zeitabschnitt nicht beeinflußt, in welchem die an den Rädern aufgebrachten Bremsdrücke unter Antiblockierregelung gesteuert werden und die aus den Raddrehzahlen berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit zur Abweichung von der tatsächlichen Geschwindigkeit neigt.

Gemäß einem anderen vorteilhaften Merkmal der Erfindung kann die Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage auf geeignete Weise für eine Antiblock-Bremsregleinrichtung eingesetzt werden, die dazu gestaltet ist, aufgrund der mittels eines entsprechenden Raddrehzahlsensors erfaßten Drehzahl des Rades und der das Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung der Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung bestimmten Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs den an den jeweiligen Rad aufgebrachten Bremsdruck derart zu steuern, daß ein Blockieren des betreffenden Rades verhindert ist. Bei dieser Gestaltung enthält die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung (a) eine Fahrzeuggeschwindigkeit-Rechen-einrichtung, die aus den mittels der Raddrehzahlsensoren erfaßten Drehzahlen den Rädern eine berechnete Geschwindigkeit des Fahrzeugs ermittelt, (b) eine Abfrageeinrichtung, die aus den Beschleunigungs- oder Verlangsamungswerten für den Fahrzeugaufbau Abfragewerte ermittelt, welche jeweils gleich der Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Werten der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit sind, und (c) eine Beschleunigungs/Verlangsamungs-Bestimmungseinrichtung, die aus der Abfrageeinrichtung nacheinander die Abfragewerte für den Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert aufnimmt. Die Bestimmungseinrichtung ermittelt während eines ersten Zeitabschnittes zwischen dem Beginn des Anlegens des Bremsdruckes an das jeweilige Rad und einem Zeitpunkt zwischen dem Beginn der Antiblockierregelung des Bremsdruckes und dem Beginn des durch die Antiblockierregelung verursachten Anstiegs der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit als Parameter, der sich mit dem Winkel des Fahrzeugaufbaus ändert, einen ersten Wert aus einer vorbestimmten ersten Anzahl von Abfragewerten in Zählung von dem zuletzt aufgenommenen Abfragewert. Ferner ermittelt die Bestimmungseinrichtung als Parameter während eines zweiten Zeitabschnittes zwischen

dem Ende des ersten Zeitabschnittes und dem Beginn eines Sinkens der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit den ersten Wert, der während des ersten Zeitabschnittes zuletzt ermittelt wurde. Während eines dritten Zeitabschnittes zwischen dem Ende des zweiten Zeitabschnittes und dem Ende der Antiblockierregelung des Bremsdruckes ermittelt die Bestimmungseinrichtung als Parameter einen zweiten Wert aus einer vorbestimmten zweiten Anzahl von Abfragewerten in Zählung von dem letzten Abfragewert ab. Die zweite Anzahl ist größer als die erste Anzahl.

Bei diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird jeder Abfragewert für die Beschleunigung oder Verlangsamung aus den berechneten Werten der Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt, die aufgrund der Raddrehzahlen bzw. Drehzahlen berechnet werden. In dem ersten Zeitabschnitt (A oder A und B) ist die Anzahl der Abfragewerte für die Beschleunigung oder Verlangsamung kleiner als diejenige in dem dritten Zeitabschnitt (D) gewählt, wodurch aus dem vorangehend beschriebenen Grund die Übereinstimmung der ermittelten Beschleunigung oder Verlangsamung mit der tatsächlichen Beschleunigung oder Verlangsamung verbessert ist. In dem zweiten Zeitabschnitt (B und C oder C) wird als Parameter, der sich mit dem Winkel des Fahrzeugaufbaus ändert, derjenige Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert herangezogen, der in dem ersten Zeitabschnitt zuletzt ermittelt wurde. D.h., zum Ermitteln des Parameters werden die in dem zweiten Zeitabschnitt erhaltenen Abfragewerte nicht herangezogen, da die aus den Raddrehzahlen berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit in dem zweiten Zeitabschnitt beträchtlich schwankt, in welchem infolge der Antiblockierregelung des Bremsdruckes die Raddrehzahlen eine verhältnismäßig große Abweichung haben. Statt dessen wird als Parameter der in dem ersten Zeitabschnitt zuletzt erhaltene Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert eingesetzt. Ferner wird in dem dritten Zeitabschnitt (D), in welchem die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit zusammen mit der tatsächlichen Geschwindigkeit geringer wird, die Anzahl der Abfragewerte größer als in dem ersten Zeitabschnitt, so daß die Genauigkeit der Bestimmung des Beschleunigungs- oder Verlangsamungswertes verbessert ist.

Bei jedem der vorstehend beschriebenen beiden Ausführungsbeispiele kann die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Bestimmungseinrichtung derart gestaltet sein, daß ein Mittelwert der vorbestimmten Anzahl von Abfragewerten für die Beschleunigung oder Verlangsamung ermittelt wird oder der Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert aus einer durch eine vorbestimmte Anzahl von Abfragewerten erhaltenen Regressionskurve ermittelt wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 ist ein schematisches Blockschaltbild, das ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage für ein Kraftfahrzeug zeigt.

Fig. 2 ist eine schematische Blockdarstellung einer Antiblockier-Bremsregleinrichtung, die zusammen mit der Fahrzeuggeschwindigkeitsmeßanlage nach Fig. 1 eingesetzt wird.

Fig. 3 ist eine Darstellung, die die Antiblockier-Bremsregleinrichtung zusammen mit einem Sender und einem Empfänger der Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage in Verbindung mit den Rädern des Fahrzeugs zeigt.

Fig. 4 ist ein Ablaufdiagramm einer durch die Meßanlage nach Fig. 1 ausgeführten Geschwindigkeitsberechnungsroutine.

Fig. 5 ist ein schematisches Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage.

Fig. 6 ist ein Ablaufdiagramm einer bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 angewandten Routine zum Berechnen einer berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO.

Fig. 7 ist ein Ablaufdiagramm einer Routine zum Berechnen eines Verlangsamungs-Abfragewertes GSMP aus der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO.

Fig. 8 ist ein Ablaufdiagramm einer Routine zum Berechnen eines ersten Verlangsamungs-Mittelwertes GMEAN1 aus den Abfragewerten GSMP.

Fig. 9 ist ein Ablaufdiagramm einer Routine für das Berechnen eines zweiten Verlangsamungs-Mittelwertes GMEAN2 aus den Abfragewerten GSMP.

Fig. 10 ist ein Ablaufdiagramm einer bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ausgeführten Fahrgeschwindigkeitsberechnungsroutine.

Fig. 11 ist ein dem Ablaufdiagramm in Fig. 10 entsprechendes Ablaufdiagramm einer Fahrgeschwindigkeitsberechnungsroutine gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

Fig. 12 ist ein schematisches Blockschaltbild eines vierten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Meßanlage.

Fig. 13 ist ein Ablaufdiagramm einer Fahrgeschwindigkeitsberechnungsroutine bei dem vierten Ausführungsbeispiel.

Fig. 14 ist ein schematisches Blockschaltbild eines fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Meßanlage.

Fig. 15 ist ein Ablaufdiagramm einer Fahrgeschwindigkeitsberechnungsroutine bei dem fünften Ausführungsbeispiel.

Fig. 16 ist eine grafische Darstellung, die einen Zusammenhang zwischen einer berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit und einer tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit bei dem Bremsen des Fahrzeugs veranschaulicht.

In Fig. 1 ist eine Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage für ein Kraftfahrzeug gezeigt. Die Anlage enthält eine Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 10 mit einem Sender 12, einem Empfänger 14 und einem Computer 16 zur Fahrgeschwindigkeitsberechnung. Der Sender 12 und der Empfänger 14, die auch in Fig. 3 gezeigt sind, werden an der Bodenfläche des Fahrzeugaufbaus angebracht und in Fahrtrichtung des Fahrzeugs derart ausgerichtet, daß sie bei abgestelltem Fahrzeug in einer zur Fahrtrichtung parallelen und zur Fahrbahn senkrechten Ebene der Fahrbahn unter einem vorbestimmten spitzen Winkel (Bezugswinkel) Θ_0 in bezug auf die Fahrbahn zugewandt sind.

Unter der Steuerung durch den Computer 16 erzeugt der Sender 12 eine Welle in Form einer Ultraschallwelle mit einer vorbestimmten Frequenz (Sendefrequenz) f_T derart, daß die Welle unter dem vorbestimmten Bezugswinkel Θ_0 in bezug auf die Fahrbahn in Querrichtung zum Fahrzeug senkrecht zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs gesehen auf die Fahrbahn trifft. Ein Teil der auf die Fahrbahn treffenden und von dieser reflektierten Ultraschallwelle wird von dem Empfänger 14 aufgenommen. Die reflektierte Welle wird von dem Empfänger unter dem vorbestimmten Bezugswinkel Θ_0 aufgenommen. Dem Computer 16 wird ein Signal zugeführt, das einer Frequenz (Empfangsfrequenz) f_R der von dem

Empfänger 14 aufgenommenen Welle entspricht. Aus der Sendefrequenz f_T und der Empfangsfrequenz f_R berechnet der Computer 16 eine Bodengeschwindigkeit bzw. Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs, was nachfolgend ausführlich erläutert wird.

Der Computer 16 für die Fahrgeschwindigkeitsberechnung in der Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage 10 ist mit einer Antiblockier-Bremsregelung 30 verbunden, die einen Computer 32 für die Antiblockierregelung enthält. Dieser Computer 32 nimmt Ausgangssignale von vier Raddrehzahlsensoren 34 und ein Ausgangssignal eines Brems Schalters 38 gemäß der Darstellung in Fig. 2 und 3 auf. Die Raddrehzahlsensoren 34 erfassen Drehzahlen V der jeweiligen Räder (links vorne, rechts vorne, links hinten und rechts hinten) des Fahrzeugs gemäß Fig. 3. Das Ausgangssignal des Brems Schalters 38 zeigt an, ob vom Fahrer das Bremspedal betätigt ist oder nicht. Der Antiblockierregelungs-Computer 32 steuert gemäß den Ausgangssignalen der Sensoren 34, des Brems Schalters 38 und der Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 10 vier Solenoidventile 42 für das Regeln der Bremsdrücke, mit denen jeweilige Radbremszylinder 40 für die vier Räder zu beaufschlagt sind. Jedes Solenoidventil 40 ist an einen Hauptzylinder und einen Vorratsbehälter angeschlossen. Der Computer steuert auch eine Hydraulikpumpe 44, die Bremsflüssigkeit zu dem Hauptzylinder aus dem Vorratsbehälter zurückführt, in welchem die aus dem jeweiligen Radbremszylinder 40 abgelassene Bremsflüssigkeit aufgenommen wird.

Gemäß Fig. 1 sind die vier Raddrehzahlsensoren 34 und der Brems Schalter 38 auch an den Computer 16 der Fahrgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 10 angeschlossen. Aus den Ausgangssignalen der Sensoren 34, des Brems Schalters 38 und des Empfängers 14 berechnet der Computer 16 die Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs gemäß verschiedenen Steuerprogrammen, welche eine Fahrgeschwindigkeitsberechnungsroutine gemäß der Darstellung durch das Ablaufdiagramm in Fig. 4 enthalten.

Als nächstes wird unter Bezugnahme auf das Ablaufdiagramm in Fig. 4 die Fahrgeschwindigkeitsberechnungsroutine beschrieben.

Die Routine nach Fig. 4 ist dazu ausgelegt, zuerst ein Ausmaß der Abweichung des tatsächlichen Winkels des Fahrzeugaufbaus in bezug auf die Fahrbahn von dem nominellen Bezugswinkel bei abgestelltem Fahrzeug zu bestimmen. Dieses Abweichungsausmaß wird von den Ausgangssignalen der vier Raddrehzahlsensoren 34 ausgehend ermittelt und dazu herangezogen, hinsichtlich des Sende- und Empfangswinkels des Senders 12 und des Empfängers 14 eine Größe $\Delta\Theta$ der Abweichung von dem vorangehend genannten Bezugswinkel Θ_0 zu bestimmen. Die Summe aus dem Bezugswinkel Θ_0 und der Abweichungsgröße $\Delta\Theta$ stellt einen tatsächlichen Sende- und Empfangswinkel Θ des Senders 12 und des Empfängers 14 in bezug auf die Straßenoberfläche bzw. Fahrbahn dar. Dann wird von dem auf diese Weise erhaltenen Winkel Θ und der Sendefrequenz f_T des Senders 12 sowie der Empfangsfrequenz f_R des Empfängers 14 ausgehend die Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs berechnet. Bekanntermaßen ändert sich die Sendefrequenz f_T durch den Dopplereffekt auf die Empfangsfrequenz f_R , wenn sich die Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs ändert.

Im einzelnen beginnt die Routine nach Fig. 4 mit einem Schritt S1, bei dem ermittelt wird, ob der Bremschalter 38 eingeschaltet ist, nämlich ob das Fahrzeug

gerade gebremst wird. Falls das Bremspedal nicht betätigt ist, ergibt der Schritt S1 die Antwort "NEIN", wonach die Routine zu einem Schritt S2 fortschreitet, bei dem die Abweichung $\Delta\Theta$ hinsichtlich des Winkels des Senders 12 und des Empfängers 14 auf Null gesetzt wird. Das Signal für die auf diese Weise bestimmte Abweichung $\Delta\Theta$, das gleich Null ist, wird in einen Schreib/Lesespeicher des Computers 16 eingespeichert. Auf den Schritt S2 folgt ein Schritt S3, bei dem die Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs gemäß der gegenwärtig gespeicherten Abweichung $\Delta\Theta$, der Sendefrequenz f_T und der Empfangsfrequenz f_R nach folgender Gleichung berechnet wird:

$$u = [a \cdot \Delta f] / [(2f_T + \Delta f) \cos(\Theta_0 + \Delta\Theta)]$$

wobei a die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ultraschallwelle ist und Δf die Dopplerverschiebung ($f_R - f_T$) ist.

Die auf diese Weise berechnete Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs wird in den Schreib/Lesespeicher des Computers 16 eingespeichert. Eine Antiblockierregelung des Bremsdruckes für ein jeweiliges Rad des Fahrzeugs erfolgt durch den Antiblockierregelungscomputer 32 aufgrund der aus dem Computer 16 der Fahrgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 10 ausgelesenen Fahrgeschwindigkeit u .

Wenn durch das Betätigen des Bremspedals der Bremsschalter 28 eingeschaltet ist, ergibt der Schritt S1 die Antwort "JA" und das Programm schreitet zu einem Schritt S4 und den nachfolgenden Schritten weiter, bei denen eine geschätzte bzw. berechnete Fahrgeschwindigkeit VSO aufgrund der Geschwindigkeiten V der vier Räder berechnet wird, ein Verlangsamungswert G aufgrund der berechneten Fahrgeschwindigkeit VSO ermittelt wird, gemäß dem Verlangsamungswert G die Abweichung $\Delta\Theta$ des tatsächlichen Winkels des Senders 12 und des Empfängers 14 bestimmt wird und die Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs unter Zugrundelegen der Frequenzen f_T und f_R und der Abweichung $\Delta\Theta$ berechnet wird.

Es ist zu erkennen, daß während eines anfänglichen Zeitabschnitts von 150 ms nach dem Betätigen des Bremspedals, nämlich nach dem Einschalten des Bremsschalters 38 und dem Erhalten der Antwort "JA" bei dem Schritt S1 die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO nahezu gleich der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs ist. Während dieses Zeitabschnitts kann daher der Verlangsamungswert G durch Differenzieren der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO nach der Zeit ermittelt werden. Es ist auch festzustellen, daß während eines auf die Anfangsperiode von 150 ms folgenden Zeitabschnitts über eine bestimmte Zeitdauer die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit u vorübergehend in einem beträchtlichen Ausmaß von der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO abweicht und daß während dieser auf die Anfangsperiode folgenden Periode der Verlangsamungswert G konstant bleibt. Aufgrund dieser Feststellung wird während der auf die Bremsbetätigung folgenden Anfangsperiode von 150 ms in Schritten S9 bis S13 die Abweichung $\Delta\Theta$ des Send- und Empfangswinkels Θ berechnet, jedoch unter Festlegen des Verlangsamungswertes G auf den Wert unmittelbar vor dem Ablauf der Anfangsperiode von 150 ms konstant gehalten.

Im einzelnen wird bei dem Schritt S4 ermittelt, ob der gegenwärtige Zeitpunkt innerhalb der Anfangsperiode von 150 ms nach dem Einschalten des Bremsschalters 38

liegt oder nicht. Wenn dies der Fall ist, ergibt der Schritt S4 die Antwort "JA", wonach bei dem Schritt S5 ermittelt wird, ob nach der Antwort "JA" bei dem Schritt S1 der Schritt S4 erstmalig die Antwort "JA" ergeben hat. Wenn dies der Fall ist, ergibt der Schritt S5 die Antwort "JA", wonach bei einem Schritt S6 aus den Drehzahlen V der vier Räder die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO ermittelt wird. Auf den Schritt S6 folgt ein Schritt S7, bei dem die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO als VSOOLD gespeichert wird, die für das Berechnen des Verlangsamungswertes G bei dem nachfolgend beschriebenen Schritt S10 herangezogen wird. Auf den Schritt S7 folgt der Schritt S3, bei dem die Fahrgeschwindigkeit u gemäß der vorangehend genannten Gleichung mit der bei dem Schritt S2 gespeicherten Abweichung $\Delta\Theta$ "0" berechnet wird.

Bei dem Schritt S6 wird die höchste der Geschwindigkeiten bzw. Drehzahlen V der vier Räder als berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO bestimmt. Nachdem der Verlangsamungswert für das Rad, dessen Drehzahl V die höchste ist, eine vorbestimmte Obergrenze überschreitet, wird auf bekannte Weise die der Obergrenze entsprechende Geschwindigkeit V als berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO angesetzt.

Wenn wieder der Schritt S5 ausgeführt wird, ergibt sich die Antwort "NEIN", wonach bei dem Schritt S8 ermittelt wird, ob nach der Bremsbetätigung eine Aufstufungszeitdauer von 30 ms abgelaufen ist. Wenn dies nicht der Fall ist, ergibt der Schritt S8 die Antwort "NEIN", wonach bei dem Schritt S3 die Fahrgeschwindigkeit u mit der Abweichung $\Delta\Theta = 0$ berechnet wird.

Dann werden die Schritte S1, S4, S5, S8 und S3 wiederholt. Wenn die Zeitdauer von 30 ms nach der Bremsbetätigung abgelaufen ist, ergibt der Schritt S8 die Antwort "JA", so daß das Programm zu dem Schritt S9 fortschreitet, bei dem auf die gleiche Weise wie bei dem vorangehend beschriebenen Schritt S6 die geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit VSO bestimmt wird. Dann wird bei dem Schritt S10 der Verlangsamungswert G durch Subtrahieren der gerade bestimmten berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO von der in dem Computer 16 gespeicherten, zuletzt berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSOOLD berechnet. Bei diesem Ausführungszyklus der Routine, bei dem beim Schritt S8 erstmalig die Antwort "JA" erhalten wurde, war die letzte berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSOOLD bei dem vorangehend beschriebenen Schritt S7 gespeichert worden. Auf den Schritt S10 folgt der Schritt S11, bei dem die gerade bei dem Schritt S9 bestimmte berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO als letzte berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSOOLD gespeichert wird, die bei dem nächsten Ausführen des Schrittes S10 bei dem nächsten Ausführungszyklus der Routine herangezogen wird.

Dann wird bei dem Schritt S12 die Abweichung $\Delta\Theta$ nach einer vorbestimmten Funktion g des Verlangsamungswertes G berechnet. Diese Funktion g , die den Zusammenhang zwischen dem Verlangsamungswert G und der Abweichung des Winkels Θ des Senders 12 und des Empfängers 14 beschreibt, ist in einem Festspeicher in dem Computer 16 gespeichert. D.h. die Abweichung $\Delta\Theta$ wird aufgrund des bei dem Schritt S10 berechneten Verlangsamungswertes G entsprechend dem durch die Funktion g beschriebenen vorbestimmten Zusammenhang berechnet. Das Programm schreitet dann zu dem Schritt S13 weiter, bei dem die Genauigkeit der Abweichung $\Delta\Theta$ verbessert wird. D.h., die gegenwärtig bei dem Schritt S12 erhaltene berechnete Abweichung $\Delta\Theta$

wird mit einer zuletzt berechneten Abweichung $\Delta\theta_{OLD}$ addiert und die Summe wird durch 2 geteilt. Damit wird bei dem Schritt S13 der Mittelwert von zwei aufeinanderfolgenden Werten der Abweichung $\Delta\theta$ erhalten und dieser Mittelwert $\Delta\theta$ wird bei dem Schritt S3 für das Berechnen der Fahrgeschwindigkeit u herangezogen. Der bei dem Schritt S13 ermittelte Wert $\Delta\theta$ wird als letzte berechnete Abweichung $\Delta\theta_{OLD}$ gespeichert, die bei dem nächsten Ausführen des Schrittes S13 herangezogen wird. Auf den Schritt S14 folgt der Schritt S3, bei dem die Fahrgeschwindigkeit u unter Zugrundelegen der bei dem Schritt S13 erhaltenen Abweichung $\Delta\theta$ und der Frequenzen f_T und f_R berechnet wird. Gemäß der Darstellung in der vorangehend angegebenen Gleichung ist der tatsächliche Winkel θ des Senders 12 und des Empfängers 14 durch die Summe aus dem Bezugswinkel θ_0 und der berechneten Abweichung $\Delta\theta$ bestimmt und dieser tatsächliche Winkel θ wird dazu verwendet, die aufgrund der Dopplerverschiebung erhaltene Fahrgeschwindigkeit hinsichtlich der Abweichung des tatsächlichen Winkels θ von dem nominellen Bezugswinkel θ_0 zu korrigieren.

Bei den nachfolgenden Ausführungen des Schrittes S8 wird jeweils der Ablauf von 30 ms nach der letzten Ausführung ermittelt, so daß bei jedem Ablaufen der vorbestimmten Aufstufungszeitspanne von 30 ms in den Schritten S9, S10 und S13 die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO, der Verlangsamungswert G und die Abweichung $\Delta\theta$ bestimmt bzw. berechnet werden. Auf diese Weise wird die Fahrgeschwindigkeit u auf den letzten Stand gebracht. Falls nach dem Einschalten des Bremsschalters 38 die Anfangsperiode von 150 ms abgelaufen ist, ergibt der Schritt S4 die Antwort "NEIN", wonach bei dem Schritt S3 die Fahrgeschwindigkeit u unter Ansetzen der Abweichung $\Delta\theta$ berechnet wird, die zuletzt innerhalb der Anfangsperiode von 150 ms bei dem Schritt S13 berechnet wurde.

Bis zum Ausschalten des Bremsschalters 38 werden die Schritte S1, S4 und S3 wiederholt ausgeführt. Während dieser auf die Anfangsperiode von 150 ms folgenden Periode wird bei dem Schritt S3 der tatsächliche Winkel θ aus dem Bezugswinkel θ_0 und der zuletzt bei dem Schritt S13 in der Anfangsperiode von 150 ms erhaltenen Abweichung $\Delta\theta$ berechnet. Wenn der Bremsschalter 38 ausgeschaltet ist, ergibt der Schritt S1 die Antwort "NEIN", so daß bei dem Schritt S2 die Abweichung $\Delta\theta$ auf "0" rückgesetzt wird und der Schritt S3 ohne Korrektur der Fahrgeschwindigkeit u hinsichtlich einer Abweichung des tatsächlichen Winkels θ des Senders 12 und des Empfängers 14 von dem Bezugswinkel θ_0 ausgeführt wird. Auf diese Weise werden wiederholt die Schritte S1, S2 und S3 ausgeführt, wenn das Fahrzeug nicht gebremst wird.

Aus der vorstehenden Beschreibung des Ausführungsbeispiels ist ersichtlich, daß während des Bremsens des Fahrzeugs die Abweichung $\Delta\theta$ des Senders 12 und des Empfängers 14 aus dem Verlangsamungswert G berechnet bzw. veranschlagt wird und die Fahrgeschwindigkeit u gemäß der berechneten Abweichung $\Delta\theta$ sowie der Sendefrequenz f_T der von dem Sender 12 gesendeten Ultraschallwelle und der Empfangsfrequenz f_R der vom Empfänger 14 aufgenommenen Ultraschallwelle berechnet wird. Infolgedessen kann die für die Antiblockierregelung des an dem jeweiligen Rad des Fahrzeugs aufgebrachten Bremsdruckes herangezogene Fahrgeschwindigkeit u mit hoher Genauigkeit ermittelt werden, ohne daß sie durch das Bremsnicken des Fahrzeugaufbaus beein-

trächtigt ist, das den Winkel θ des Senders 12 und des Empfängers 14 verändert.

Es ist anzumerken, daß die Raddrehzahlsensoren 34 der Antiblockierregelung 30 auch zum genauen Ermitteln der Fahrgeschwindigkeit u , nämlich zum Bestimmen des Verlangsamungswertes G als einen die Abweichung $\Delta\theta$, d. h., den tatsächlichen Winkel θ des Senders 12 und des Empfängers 14 darstellenden Parameter verwendet werden. Infolgedessen sind keine besonderen Raddrehzahlsensoren für die Fahrgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 10 erforderlich, so daß diese dementsprechend preisgünstiger ist.

Es ist ersichtlich, daß die Schritte S1 und S4 bis S11 einer Beschleunigungs/Verlangsamungs-Recheneinrichtung für das Berechnen einer Beschleunigung oder Verlangsamung des Fahrzeugs aufgrund der Ausgangssignale der Raddrehzahlsensoren 34 entsprechen, während die Schritte S2, S3 und S12 bis S14 einer Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln der Fahrgeschwindigkeit u gemäß dem Winkel θ des Senders 12 und des Empfängers 14 in bezug auf die Fahrbahn in der zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs parallelen und zur Fahrbahn senkrechten Ebene sowie gemäß der Sendefrequenz f_T des Senders 12 und der Empfangsfrequenz f_R des Empfängers 14 entsprechen.

Als nächstes wird unter Bezugnahme auf Fig. 5 ein zweites Ausführungsbeispiel beschrieben, bei dem eine Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage 60 verwendet wird. Wie die Meßeinrichtung 10 bei dem ersten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 enthält diese Fahrgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 60 einen Sender 62, einen Empfänger 64 und einen Computer 66 zur Fahrgeschwindigkeitsberechnung, der die Ausgangssignale der vier Raddrehzahlsensoren 34 und des Bremsschalters 38 aufnimmt. Das die vom Computer 66 berechnete Fahrgeschwindigkeit u anzeigende Signal wird der Antiblockierregelung 30 zugeführt.

Anders als der Sender 12 und der Empfänger 14, die bei dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet sind, werden der Sender 62 und der Empfänger 66 an dem Fahrzeugaufbau derart angebracht, daß sie in Gegenrichtung zur Fahrtrichtung ausgerichtet sind und die von dem Sender 62 erzeugte Ultraschallwelle auf die Fahrbahn unter einem vorbestimmten spitzen Bezugswinkel θ in bezug auf die Fahrbahn auftrifft und die von der Fahrbahn reflektierte Welle unter dem Bezugswinkel θ in bezug auf die Fahrbahn auf den Empfänger 64 auftrifft.

Der Computer 66 für die Fahrgeschwindigkeitsberechnung enthält einen Festspeicher, in dem verschiedenerlei Steuerprogramme gespeichert sind, welche eine VSO-Berechnungsroutine nach Fig. 6 zum Ermitteln der geschätzten bzw. berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO, eine Routine nach Fig. 7 zum Berechnen eines Verlangsamungs-Abfragewertes GSMP, eine Routine nach Fig. 8 zum Berechnen eines ersten Verlangsamungs-Mittelwertes GMEAN1, eine Routine nach Fig. 9 zum Berechnen eines zweiten Verlangsamungs-Mittelwertes GMEAN2 und eine Routine nach Fig. 10 zum Berechnen der Fahrgeschwindigkeit u enthalten. Zum Berechnen der Fahrgeschwindigkeit u werden diese Routinen in vorbestimmten Zeitabständen ausgeführt.

Die in dem Ablaufdiagramm in Fig. 6 dargestellte VSO-Berechnungsroutine beginnt mit einem Schritt S21, bei dem aus den Ausgangssignalen der Raddrehzahlsensoren 34 die Drehzahlen V der Fahrzeugräder berechnet werden. Auf den Schritt S21 folgt ein Schritt

S22, bei dem auf gleiche Weise wie bei den Schritten S6 und S9 im Ablaufdiagramm nach Fig. 4 die geschätzte bzw. berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO ermittelt wird. Dann wird bei einem Schritt S23 die ermittelte berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO in einen Schreib/Lesespeicher des Computers 66 eingespeichert. Die Schritte S21 bis S23 werden wiederholt ausgeführt, um in der vorbestimmten Zykluszeit die Werte für die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO zu speichern.

Die in dem Ablaufdiagramm in Fig. 7 dargestellte GSMP-Berechnungsroutine beginnt mit einem Schritt S31, bei dem der Wert der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO ausgelesen wird, der dem zuletzt bei dem Schritt S23 gespeicherten um einen Wert vorangeht. Auf den Schritt S31 folgt ein Schritt S32, bei dem der zuletzt bei dem Schritt S23 gespeicherte Wert der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO ausgelesen wird. D.h., bei den Schritten S31 und S32 werden die letzten beiden Werte der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO ausgelesen. Dann schreitet die Routine zu einem Schritt S33 weiter, bei dem durch Subtrahieren des letzten Wertes VSO von dem vorangehenden Wert VSO ein Verlangsamungs-Abfragewert GSMP berechnet wird. Auf den Schritt S33 folgt ein Schritt S34, bei dem der berechnete Abfragewert in den Schreib/Lesespeicher des Computers 66 eingespeichert wird. Die Schritte S31 bis S34 werden wiederholt ausgeführt, um die Verlangsamungswerte G zu speichern, die bei den vorbestimmten Zykluszeiten abgefragt werden.

Die in dem Ablaufdiagramm in Fig. 8 dargestellte GMEAN1-Berechnungsroutine beginnt mit einem Schritt S41, bei dem eine vorbestimmte Anzahl M von aufeinanderfolgenden Verlangsamungs-Abfragewerten GSMP ausgelesen wird. Auf den Schritt S41 folgt ein Schritt S42, bei dem als erster Verlangsamungs-Mittelwert GMEAN1 ein Mittelwert der bei dem Schritt S41 ausgelesenen M aufeinanderfolgenden Abfragewerte GSMP berechnet wird. Dann folgt ein Schritt S43, bei dem der berechnete erste Mittelwert GMEAN1 in den Schreib/Lesespeicher des Computers 66 eingespeichert wird. Die Schritte S41 bis S43 werden wiederholt ausgeführt, um in der vorbestimmten Zykluszeit die ersten Mittelwerte GMEAN1 zu speichern. Es ist anzumerken, daß die Anzahl M der bei dem Schritt S41 ausgelesenen aufeinanderfolgenden Abfragewerte GSMP derart bestimmt wird, daß diese Werte während einer Zeitspanne von beispielsweise 20 bis 30 ms erhalten werden.

Die in dem Ablaufdiagramm in Fig. 9 dargestellte GMEAN2-Berechnungsroutine beginnt mit einem Schritt S51, bei dem eine vorbestimmte Anzahl N der aufeinanderfolgenden Abfragewerte GSMP ausgelesen wird. Die Anzahl N ist größer als die Anzahl M. Auf den Schritt S51 folgt ein Schritt S52, bei dem als zweiter Verlangsamungs-Mittelwert GMEAN2 ein Mittelwert der bei dem Schritt S51 ausgelesenen N aufeinanderfolgenden Abfragewerte GSMP berechnet wird. Dann wird bei einem Schritt S53 der berechnete zweite Mittelwert GMEAN2 in den Schreib/Lesespeicher des Computers 66 eingespeichert. Die Schritte S51 bis S53 werden wiederholt ausgeführt, um in der vorbestimmten Zykluszeit die zweiten Mittelwerte GMEAN2 zu speichern. Die Anzahl N der bei dem Schritt S51 ausgelesenen aufeinanderfolgenden Abfragewerte GSMP wird derart bestimmt, daß diese Werte während einer Zeitspanne von beispielsweise 100 bis 500 ms erhalten werden.

Die in dem Ablaufdiagramm in Fig. 10 dargestellte

Fahrgeschwindigkeitsberechnungsroutine ist derart ausgelegt, daß die Abweichung $\Delta\theta$ hinsichtlich des Winkels des Senders 62 und des Empfängers 64 auf "0" eingestellt wird, wenn das Fahrzeug nicht gebremst wird, daß die Abweichung $\Delta\theta$ aus dem ersten Verlangsamungs-Mittelwert GMEAN1 berechnet wird, wenn das Fahrzeug gebremst wird, aber bevor der Bremsdruck zur Antiblockierregelung gesteuert wird, und daß (a) während eines ersten Zeitabschnitts zwischen dem Beginn der Antiblockierregelung des Bremsdruckes und dem Ablauf einer vorbestimmten ersten Zeit T1 nach dem Bremseneinsatz die Abweichung $\Delta\theta$ aus dem ersten Mittelwert GMEAN1 ermittelt wird, (b) während eines zweiten Zeitabschnitts zwischen dem Ablauf der ersten Zeit T1 und dem Ablauf einer vorbestimmten zweiten Zeit T2 nach dem Ablauf der ersten Zeit T1 die Abweichung $\Delta\theta$ aus dem ersten Mittelwert GMEAN1 ermittelt wird, der zuletzt innerhalb des ersten Zeitabschnitts ermittelt wurde, und (c) während eines dritten Zeitabschnitts zwischen dem Ablauf der zweiten Zeit T2 und dem Beenden der Antiblockierregelung des Bremsdruckes die Abweichung $\Delta\theta$ aus dem zweiten Mittelwert GMEAN2 ermittelt wird. Ferner wird in der Routine nach Fig. 10 die Boden- bzw. Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs unter Ansetzen der auf die vorstehend beschriebene Weise ermittelten Abweichung $\Delta\theta$, des Bezugswinkels des Senders 62 und Empfängers 64, der Sendefrequenz f_T und der Empfangsfrequenz f_R nach folgender Gleichung berechnet:

$$u = [a \cdot \Delta f] / [(2 \cdot f_T + \Delta f) \cos(\theta_0 - \Delta\theta)]$$

wobei a die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ultraschallwelle ist und Δf die Dopplerverschiebung ($f_T - f_R$) ist.

Die erste Zeit T1 wird derart bestimmt, daß sie abläuft, wenn die sinkende berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO infolge der Antiblockierregelung des Bremsdruckes zu steigen beginnt. Beispielsweise wird die erste Zeit T1 in einem Bereich von 400 bis 700 ms gewählt. Ferner wird die zweite Zeit T2 derart bestimmt, daß sie abläuft, wenn gleichfalls infolge der Antiblockierregelung des Bremsdruckes die ansteigende berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO der Fahrgeschwindigkeit u folgend wieder zu sinken beginnt. Beispielsweise wird die erste Zeit T2 innerhalb eines Bereiches von 400 bis 700 ms gewählt.

Unter Bezugnahme auf das Ablaufdiagramm in Fig. 10 wird die Fahrgeschwindigkeitsberechnungsroutine ausführlich beschrieben.

Wenn das Fahrzeug nicht gebremst wird, nämlich der Bremsschalter 38 ausgeschaltet ist, ergibt ein Schritt S61 die Antwort "NEIN", wonach bei einem Schritt S62 die Abweichung $\Delta\theta$ auf "0" angesetzt wird. Auf den Schritt S62 folgt ein Schritt S63, bei dem die Fahrgeschwindigkeit u mit der Abweichung $\Delta\theta = 0$ berechnet wird.

Wenn das Fahrzeug gebremst wird, jedoch der Bremsdruck nicht zur Antiblockierregelung gesteuert wird, ergibt der Schritt S61 die Antwort "JA" und es folgt ein Schritt S64, bei dem ermittelt wird, ob nach dem Bremseneinsatz der gegenwärtige Zeitpunkt innerhalb der ersten Zeit T1 liegt, die dem in Fig. 16 gezeigten Zeitabschnitt I entspricht. Wenn dies der Fall ist, ergibt der Schritt S64 die Antwort "JA", wonach bei einem Schritt S65 der letzte berechnete erste Verlangsamungs-Mittelwert GMEAN1 ausgelesen und gemäß diesem Wert GMEAN1 und einem vorbestimmten Zusammenhang zwischen dem Verlangsamungswert des

Fahrzeugs und der Abweichung $\Delta\Theta$ (dem Winkel Θ) die Abweichung $\Delta\Theta$ berechnet wird. Dieser experimentell bestimmte Zusammenhang ist in dem Festpeicher des Computers 66 gespeichert. Dann wird bei dem Schritt S63 die Fahrgeschwindigkeit u mit der berechneten Abweichung $\Delta\Theta$ berechnet.

Während des wiederholten Ausführens der Schritte S61, S64, S65 und S63 läuft die erste Zeit T1 ab und es ergibt sich bei dem Schritt S64 die Antwort "NEIN", wonach bei einem Schritt S66 ermittelt wird, ob zur Antiblockierregelung der Bremsdruck geregelt wird. Da der Bremsdruck nicht zur Antiblockierregelung gesteuert wird, weil der Bremszustand keine Antiblockierregelung erforderlich macht, ergibt der Schritt S66 die Antwort "NEIN", so daß der vorangehend beschriebene Schritt S65 ausgeführt wird und die Abweichung $\Delta\Theta$ gemäß dem ersten Mittelwert GMEAN1 berechnet wird.

Falls der Bremszustand ein Steuern des Bremsdruckes zur Antiblockierregelung erforderlich macht, folgt auf den Schritt S64 der Schritt S65, bis die erste Zeit T1 abgelaufen ist, nämlich während des in Fig. 16 mit I bezeichneten ersten Zeitabschnittes. Infolgedessen wird die Abweichung $\Delta\Theta$ aufgrund des ersten Verlangsamungs-Mittelwertes GMEAN1 berechnet. Wenn die erste Zeit T1 abgelaufen ist, folgt auf den Schritt S64 der Schritt S66, bei dem ermittelt wird, ob der Bremsdruck zur Antiblockierregelung gesteuert wird, nämlich ob die Antiblockierregelung eingeschaltet ist.

Bevor die Antiblockierregelung eingeschaltet wurde, folgt auf den Schritt S66 der Schritt S65 auch nach dem Ablauf der ersten Zeit T1. In diesem Fall wird bei dem Schritt S65 gleichfalls die Abweichung $\Delta\Theta$ gemäß dem ersten Mittelwert GMEAN1 berechnet. Die Antiblockierregelung kann entweder vor oder nach dem Ablauf der ersten Zeit T1 eingeschaltet werden. In ersterem Fall ergibt der Schritt S66 die Antwort "JA", nachdem die erste Zeit T1 abgelaufen ist. In letzterem Fall ergibt der Schritt S66 die Antwort "JA" nach wiederholtem Ausführen der Schritte S61, S64, S66, S65 und S63. In jedem Fall folgt auf den Schritt S66 ein Schritt S67, bei dem ermittelt wird, ob der gegenwärtige Zeitpunkt innerhalb der zweiten Zeit T2 nach dem Ablauf der ersten Zeit T1 liegt, nämlich innerhalb des zweiten Zeitabschnittes zwischen dem Ablauf des ersten Zeitabschnittes (T1) und dem Ablauf der zweiten Zeit T2. Dieser zweite Zeitabschnitt entspricht dem in Fig. 16 gezeigten Zeitabschnitt II. Falls die zweite Zeit T2 noch nicht abgelaufen ist, ergibt sie die Antwort "JA", wonach die Routine zu einem Schritt S68 fortschreitet, bei dem die Abweichung $\Delta\Theta$ gemäß demjenigen ersten Verlangsamungs-Mittelwert GMEAN1 bestimmt wird, der zuletzt bei dem Schritt S65 innerhalb des ersten Zeitabschnittes (der ersten Zeit T1) verwendet wurde. Auf den Schritt S68 folgt der Schritt S63, bei dem die Fahrgeschwindigkeit u mit der bei dem Schritt S68 bestimmten Abweichung $\Delta\Theta$ berechnet wird.

Die Schritte S61, S64, S66, S67, S68 und S63 werden wiederholt ausgeführt, bis die zweite Zeit T2 abgelaufen ist. Während dieses zweiten Zeitabschnittes wird die Abweichung $\Delta\Theta$ gemäß dem gleichen ersten Mittelwert GMEAN1 bestimmt, der zuletzt bei dem Schritt S65 innerhalb des ersten Zeitabschnittes (der ersten Zeit T1) eingesetzt wurde.

Wenn während des wiederholten Ausführens der Schritte S61, S64, S66 bis S68 und S63 die zweite Zeit T2 abgelaufen ist, ergibt der Schritt S67 die Antwort "NEIN", wonach die Routine zu einem Schritt S69 fort-

schreitet, bei dem der zweite Verlangsamungs-Mittelwert GMEAN2 ausgelesen wird, der bei dem letzten Ausführen des Schrittes S52 berechnet wurde, und aufgrund dieses zweiten Mittelwertes GMEAN2 entsprechend einem vorbestimmten Zusammenhang zwischen dem Wert GMEAN2 und der Abweichung $\Delta\Theta$ die Abweichung $\Delta\Theta$ bestimmt wird. Dieser Zusammenhang ist gleichfalls in dem Festpeicher des Computers 66 gespeichert. Auf den Schritt S69 folgt der Schritt S63, bei dem die Fahrgeschwindigkeit u mit der bei dem Schritt S69 bestimmten Abweichung $\Delta\Theta$ berechnet wird. Auf diese Weise wird während des auf den zweiten Zeitabschnitt T2 folgenden dritten Zeitabschnittes, der dem in Fig. 16 dargestellten Zeitabschnitt 211 entspricht, die Fahrgeschwindigkeit u mit der Abweichung $\Delta\Theta$ berechnet, die dem zweiten Mittelwert GMEAN2 entspricht.

Aus der vorstehenden Beschreibung des zweiten Ausführungsbeispiels ist ersichtlich, daß während der Anfangsperiode I (Fig. 16) nach dem Einschalten des Bremsschalters 38 der erste Verlangsamungs-Mittelwert GMEAN1 verwendet wird, der ein Mittelwert einer verhältnismäßig kleinen Anzahl M von aufeinanderfolgenden Abfragewerten GSMP ist. Die bei dem Schritt S42 zum Berechnen des ersten Mittelwertes GMEAN1 angesetzte Anzahl M ist nämlich kleiner als die bei dem Schritt S52 zum Berechnen des zweiten Mittelwertes GMEAN2 verwendete Anzahl N. Infolgedessen zeigt der erste Mittelwert GMEAN1 ein besseres Ansprechen auf die Änderung der tatsächlichen Verlangsamung des Fahrzeugs, wodurch die Fahrgeschwindigkeit u mit höherer Genauigkeit gemessen werden kann. Diese Verbesserung der Meßgenauigkeit der Fahrgeschwindigkeit u ergibt eine Verbesserung der Genauigkeit der Bestimmung der Antiblockierregelung der Bremsdruck gesteuert bzw. gesenkt und erhöht werden soll, um einen übermäßigen Schlupf des Rades auf der Fahrbahn zu verhindern.

Üblicherweise wird die Bestimmung, ob die Antiblockierregelung des Bremsdruckes begonnen werden soll, in der Weise getroffen, daß ermittelt wird, ob die Drehzahl V des betreffenden Rades bzw. dessen Geschwindigkeit beträchtlich niedriger als die Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs ist oder nicht. Andererseits tendiert die mittels der herkömmlichen Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßeinrichtung erfaßte Fahrgeschwindigkeit u zu einer Abweichung von der tatsächlichen Bodengeschwindigkeit bzw. Fahrgeschwindigkeit, wenn das Fahrzeug gebremst wird. Wenn beispielsweise der Sender 62 in Gegenrichtung zur Fahrtrichtung ausgerichtet ist und zur Fahrbahn den nominellen spitzen Winkel Θ_0 bildet, wird der tatsächliche Winkel des Senders 62 kleiner als der nominelle Winkel Θ_0 , da durch das Bremsen der Fahrzeugaufbau derart geneigt wird, daß der Frontteil des Fahrzeugaufbaus niedriger als der Heckteil wird. Diese Stampfbewegung des Fahrzeugaufbaus wird als "Bremsnicken" des Fahrzeugs bezeichnet. Dieses Bremsnicken führt auch dann zum Einleiten der Antiblockierregelung des Bremsdruckes, wenn der Unterschied zwischen der tatsächlichen und der gemessenen Fahrgeschwindigkeit nicht übermäßig groß ist, nämlich wenn der Radschlupf nicht übermäßig ist. Mit der erfindungsgemäßen Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßeinrichtung wird die Fahrgeschwindigkeit u während der Anfangsperiode T1 mit hoher Genauigkeit von dem ersten Mittelwert GMEAN1 ausgehend berechnet, der der tatsächlichen Fahrzeugverlangsamung besser entspricht als der zweite Mittelwert GMEAN2.

Daher werden durch diese Gestaltung unnötige Antiblockierregelungen des Bremsdruckes vermieden, die bei der Verwendung der herkömmlichen Meßeinrichtung infolge des Bremsnicks des Fahrzeugs auftreten würden.

Dieses Ausführungsbeispiel ist im weiteren auch während der auf die Anfangsperiode T1 folgenden zweiten Periode T2 vorteilhaft. In dieser zweiten Periode steigt die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO infolge der Antiblockierregelung des Bremsdruckes an. Die während der zweiten Periode ansteigende berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO wird jedoch nicht zum Berechnen des Verlangsamungswertes G (GMEAN1) des Fahrzeugs herangezogen, welcher zum Ermitteln der Abweichung $\Delta\theta$ des Winkels θ des Senders 62 und des Empfängers 64 angewandt wird. In der zweiten Periode wird der Verlangsamungswert G (GMEAN1) auf denjenigen Wert festgelegt, der zuletzt in der Anfangsperiode berechnet wurde. Daher ist die Genauigkeit der Berechnung des Verlangsamungswertes G während der zweiten Periode und dementsprechend die Genauigkeit der Berechnung der Fahrgeschwindigkeit u verbessert.

In der dritten Periode, in der gleichfalls infolge der Antiblockierregelung des Bremsdruckes die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO im wesentlichen der tatsächlichen Geschwindigkeit folgend abnimmt, wird zum Ermitteln der Abweichung $\Delta\theta$ der zweite Verlangsamungsmittelwert GMEAN2 herangezogen. Da die Anzahl N der zum Berechnen des zweiten Mittelwertes GMEAN2 eingesetzten Abfragewerte GSMP größer ist als die Anzahl M der für das Berechnen des ersten Mittelwertes GMEAN1 verwendeten Abfragewerte GSMP, gibt der zweite Mittelwert GMEAN2 den tatsächlichen Verlangsamungswert G mit höherer Genauigkeit wieder als der erste Mittelwert GMEAN1. Infolgedessen ist die Genauigkeit der Berechnung der Fahrgeschwindigkeit u auch während der dritten Periode verbessert.

Es ist ersichtlich, daß die VSO-Berechnungsroutine nach Fig. 6 einer Fahrzeuggeschwindigkeit-Berechnungseinrichtung für das Ermitteln einer geschätzten Geschwindigkeit des Fahrzeugs aus den Raddrehzahlen entspricht, während die GSMP-Berechnungsroutine nach Fig. 7 einer Abfrageeinrichtung zum Ermitteln von Abfragewerten für die Beschleunigung oder Verlangsamung des Fahrzeugaufbaus entspricht. Ferner entsprechen die Routinen nach Fig. 8 und 9 und die Schritte S61, S64 bis S67 und S69 der Routine nach Fig. 10 einer Verlangsamungs-Ermittlungseinrichtung für das Ermitteln des ersten und zweiten Beschleunigungs- oder Verlangsamungsmittelwertes aus den Abfragewerten GSMP. Die Fahrzeuggeschwindigkeitsrecheneinrichtung, die Abfrageeinrichtung und die Verlangsamungs-Ermittlungseinrichtung wirken zum Bilden einer Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung zum Ermitteln des Verlangsamungswertes des Fahrzeugs zusammen, der den Winkel des Senders 62 und des Empfängers 64 beeinflusst. Ferner entsprechen die Schritte S62, S63, S65, S68, und S69 der Routine nach Fig. 10 einer Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln der Fahrgeschwindigkeit u des Fahrzeugs aufgrund des Winkels des Senders und Empfängers sowie aufgrund der Sendefrequenz f_r des Senders und der Empfangsfrequenz f_r des Empfängers.

Ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unter Bezugnahme auf das Ablaufdiagramm in Fig. 11 beschrieben, das eine anstelle der Routine nach Fig. 10 angewandte Fahrgeschwindigkeitsberechnungsroutine

veranschaulicht. Die Routine nach Fig. 11 ist gleichfalls in dem Festpeicher des in Fig. 5 gezeigten Computers 66 für die Fahrgeschwindigkeitsberechnung gespeichert.

Gemäß der Routine nach Fig. 11 wird die Abweichung $\Delta\theta$ nach den gleichen Regeln wie bei der Routine nach Fig. 10 in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt des Ausführens der betreffenden Schritte nach dem Einschalten des Bremsschalters 38 berechnet. Abweichend von dem vorangehenden zweiten Ausführungsbeispiel, bei dem der tatsächliche Winkel θ zuerst aus der berechneten Abweichung $\Delta\theta$ und dem Bezugswinkel θ_0 ermittelt wird, um die Fahrgeschwindigkeit u zu berechnen, wird bei dem dritten Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 zuerst die Fahrgeschwindigkeit u mit dem Bezugswinkel θ_0 berechnet und dann die berechnete Fahrgeschwindigkeit u durch einen Korrekturkoeffizienten K korrigiert, der sich entsprechend der berechneten Abweichung $\Delta\theta$ ändert.

Im einzelnen werden zum Berechnen der Abweichung $\Delta\theta$ Schritte S71, S72 und S76 bis S81 ausgeführt, die den Schritten S61, S62 und S64 bis S69 entsprechen. Auf die Schritte S72, S77, S80 und S81 folgt ein Schritt S73, bei dem gemäß der berechneten Abweichung $\Delta\theta$ entsprechend einem vorbestimmten Zusammenhang zwischen der Abweichung $\Delta\theta$ und dem Korrekturkoeffizienten K bestimmt wird. Dieser experimentell ermittelte Zusammenhang ist in dem Festpeicher des Computers 66 gespeichert. Auf den Schritt S73 folgt ein Schritt S74, bei dem die Fahrgeschwindigkeit u mit dem Bezugswinkel θ_0 , der Sendefrequenz f_r und der Empfangsfrequenz f_r berechnet wird, ohne die Abweichung $\Delta\theta$ zu berücksichtigen. Dann schreitet die Routine zu einem Schritt S75 weiter, bei dem die bei dem Schritt S74 berechnete Fahrgeschwindigkeit u mit dem bei dem Schritt S73 bestimmten Korrekturkoeffizienten K multipliziert wird.

Bei diesem dritten Ausführungsbeispiel entspricht die Routine nach Fig. 6 der Fahrgeschwindigkeits-Berechnungseinrichtung, während die Routine nach Fig. 7 der Abfrageeinrichtung entspricht. Ferner entsprechen die Routinen nach Fig. 8 und 9 und die Schritte S71, S76 bis S79 und S81 der Routine nach Fig. 11 der Verlangsamungs-Recheneinrichtung. Diese Fahrzeuggeschwindigkeits-Berechnungseinrichtung, Abfrageeinrichtung und Verlangsamungs-Recheneinrichtung wirken zum Bilden der Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung zum Ermitteln des Verlangsamungswertes des Fahrzeugaufbaus zusammen. Ferner entsprechen die Schritte S72 bis S75, S77, S80 und S81 der Routine nach Fig. 11 der Fahrgeschwindigkeit-Bestimmungseinrichtung, die eine Korrekturwert-Recheneinrichtung (S73) zum Berechnen des Korrekturwertes (K) aufgrund des durch die Verlangsamungs-Recheneinrichtung berechneten Verlangsamungswertes und ferner eine Korrektureinrichtung (S75) zum Korrigieren der Fahrgeschwindigkeit mit dem Korrekturwert enthält.

Bei dem dritten Ausführungsbeispiel wird zwar die Fahrgeschwindigkeit durch Multiplizieren der (bei dem Schritt S74 berechneten) Fahrgeschwindigkeit mit dem (bei dem Schritt S73 bestimmten) Korrekturkoeffizienten K korrigiert, jedoch kann dieser Koeffizient K durch irgendeinen Korrekturwert ersetzt werden, der auf geeignete Weise gemäß dem Verlangsamungswert des Fahrzeugs bestimmt wird und der bei dem Schritt S75 zum Korrigieren der Fahrgeschwindigkeit durch Addition oder Subtraktion statt durch Multiplikation herangezogen wird.

Bei dem zweiten und dritten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 10 bzw. 11 wird die erste Zeit T1 derart festgelegt, daß sie abläuft, wenn die sinkende berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO infolge der Antiblockierregelung des Bremsdruckes zu steigen beginnt. D.h., bei den Schritten S64 und S76 wird auf indirekte Weise ermittelt, ob die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO im Ansteigen ist, nämlich ob der gegenwärtige Zeitpunkt in dem zweiten Zeitabschnitt 11 nach Fig. 16 liegt. Diese indirekte Ermittlung kann dadurch ersetzt werden, daß direkt ermittelt wird, ob sich die Anstiegssteilheit der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO von einem negativen auf einen positiven Wert geändert hat, nämlich größer als "0" geworden ist. In diesem Fall wird die Abweichung $\Delta\theta$ unmittelbar vor dem Anstieg "0" der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO für das Berechnen des Verlangsamungswertes G des Fahrzeugs herangezogen, nachdem die Anstiegssteilheit größer als "0" geworden ist.

Ferner wird die zweite Zeit T2 derart festgelegt, daß sie abläuft, wenn die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit folgend zu sinken beginnt. D.h., bei den Schritten S67 und S79 wird auf indirekte Weise ermittelt, ob die berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit VSO im Abnehmen mit der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit ist, d. h., ob der gegenwärtige Zeitpunkt in dem dritten Zeitabschnitt III nach Fig. 16 liegt. Diese indirekte Ermittlung bei dem Schritt S67 oder S79 kann dadurch ersetzt werden, daß auf direkte Weise ermittelt wird, ob die Anstiegssteilheit der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO von einem positiven auf einen negativen Wert gewechselt hat.

Bei dem zweiten und dritten Ausführungsbeispiel wird die Abweichung $\Delta\theta$ nur nach dem Ablauf der ersten Zeit T1, nämlich nur nach dem Beginn des Anstiegs der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO festgelegt. Die Abweichung $\Delta\theta$ kann jedoch auch vor dem Ablauf der ersten Zeit T1 unter der Voraussetzung festgelegt werden, daß die Antiblockierregelung begonnen hat. Nach dem Einleiten der Antiblockierregelung hat die Anstiegssteilheit der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO einen negativen Wert nahe Null und es beginnt kurze Zeit danach der zweite Zeitabschnitt II nach Fig. 16.

Die Routine nach Fig. 6 ist in dem Festspeicher des Computers 66 für die Fahrgeschwindigkeitsberechnung gespeichert, kann aber auch in einem Festspeicher des Computers 32 für die Antiblockierregelung gespeichert sein.

In dem dritten Zeitabschnitt III nach Fig. 16 werden gemäß der Routine nach Fig. 7 die Abfragewerte GSMP von der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit VSO ausgehend berechnet, sie können aber auch von der Fahrgeschwindigkeit u ausgehend berechnet werden, die wie bei dem Schritt S74 nach Fig. 11 mit dem Bezugswinkel θ_0 berechnet wird.

Als nächstes wird unter Bezugnahme auf die Fig. 12 und 13 eine Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Bei dieser Meßanlage wird eine Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 100 verwendet, die einen Sender 102, einen Empfänger 104 und einen Fahrgeschwindigkeitsrechnercomputer 106 enthält, an den der Bremsschalter 38 und die Antiblockierregeleinrichtung 30 angeschlossen sind. Anders als der bei dem ersten, zweiten und dritten Ausführungsbeispiel verwendete Computer 16 bzw. 66 ist der Computer 106 dazu ausgelegt, statt der Ausgangssigna-

le der Raddrehwinkelsensoren 34 ein Ausgangssignal eines Verlangsamungs- bzw. Verzögerungssensors 130 aufzunehmen. Der Verzögerungssensor 130 ist zum direkten Erfassen des Verlangsamungswertes des Fahrzeugaufbaus ausgebildet. Dementsprechend speichert der Computer 106 eine Fahrgeschwindigkeitsberechnungsroutine gemäß der Darstellung durch das Ablaufdiagramm in Fig. 13.

Die Routine nach Fig. 13 ist derart ausgelegt, daß aufgrund des Ausgangssignals des Verzögerungssensors 130 wiederholt aufeinanderfolgende Verlangsamungs-Abfragewerte GSMP ermittelt werden, daß während einer ersten anfänglichen Periode von 150 ms nach Beginn des Bremsens des Fahrzeugs, während der sich der Winkel θ beträchtlich ändert, daß durch Mittelung einer ersten Anzahl M der aufeinanderfolgenden Abfragewerte GSMP in Zählung von dem letzten Abfragewert her ein erster Verlangsamungswert G berechnet wird, daß während einer auf die erste Periode folgenden zweiten Periode, in der der Winkel θ des Senders 102 und des Empfängers 104 verhältnismäßig gleichbleibend ist, durch Mittelung einer vorbestimmten zweiten Anzahl N der aufeinanderfolgenden Abfragewerte GSMP ein zweiter Verlangsamungswert G berechnet wird und daß gemäß dem auf diese Weise erhaltenen ersten oder zweiten Mittelwert G der Verlangsamung des Fahrzeugaufbaus die Abweichung $\Delta\theta$ bestimmt wird. Die erste Anzahl M ist kleiner als die zweite Anzahl N.

Im einzelnen wird zu Beginn bei einem Schritt S101 ermittelt, ob der Bremsschalter 38 eingeschaltet ist. Wenn dies nicht der Fall ist, wird bei einem Schritt S102 der zweite Verlangsamungswert G durch Mittelung der vorbestimmten zweiten Anzahl N der aufeinanderfolgenden Abfragewerte GSMP berechnet. Dann wird bei einem Schritt S103 gemäß dem berechneten zweiten Mittelwert G entsprechend einem in dem Festspeicher des Computers 106 gespeicherten vorbestimmten Zusammenhang zwischen der Abweichung $\Delta\theta$ und dem Wert G die Abweichung $\Delta\theta$ bestimmt. Auf den Schritt S103 folgt ein Schritt S104, bei dem die Fahrgeschwindigkeit u mit der Abweichung $\Delta\theta$, dem Bezugswinkel θ_0 , der Sendefrequenz f_T des Senders 102 und der Empfangsfrequenz f_R des Empfängers 104 berechnet wird.

Wenn der Bremsschalter 38 eingeschaltet ist, folgt auf den Schritt S101 ein Schritt S105, bei dem ermittelt wird, ob der gegenwärtige Zeitpunkt in einem Zeitabschnitt von 150 ms nach dem Einschalten des Bremsschalters 38 liegt. Wenn dies der Fall ist, ergibt der Schritt S105 die Antwort "JA" und die Routine schreitet zu einem Schritt S106 weiter, bei dem durch Mittelung der vorbestimmten ersten Anzahl M von aufeinanderfolgenden Abfragewerten GSMP der erste Verlangsamungswert bzw. Mittelwert G berechnet wird. Auf den Schritt S106 folgt der vorstehend beschriebene Schritt S103.

Wenn nach dem wiederholten Ausführen der Schritte S101, S105, S106, S103 und S104 die Periode von 150 ms abgelaufen ist, ergibt der Schritt S105 die Antwort "NEIN" und die Routine schreitet zu dem vorangehend beschriebenen Schritt S102 weiter, bei dem der zweite Mittelwert G durch Mittelung der vorbestimmten zweiten Anzahl N der Abfragewerte GSMP berechnet wird, gemäß dem bei dem Schritt S103 die Abweichung $\Delta\theta$ bestimmt wird.

Aus der vorstehenden Beschreibung des vierten Ausführungsbeispiels ist ersichtlich, daß die Schritte S101, S102, S105 und S106 der Routine nach Fig. 13 einer Verlangsamungs-Ermittlungseinrichtung zum wieder-

holten Bestimmen von aufeinanderfolgenden Verlangsamungs-Abfragewerten GSMP aus dem Ausgangssignal des Verzögerungssensors 130 entsprechen. Die Verlangsamungs-Ermittlungseinrichtung und der Verzögerungssensor 130 bilden zusammen eine Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung. Ferner entsprechen die Schritte S103 und S104 der Routine nach Fig. 13 der Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung für das Ermitteln der Fahrgeschwindigkeit u.

Bei dem vorstehend beschriebenen ersten, zweiten, dritten oder vierten Ausführungsbeispiel wird der Verlangsamungswert G (GMEAN1, GMEAN2) als ein Parameter angesetzt, der eine Änderung ($\Delta\Theta$) des Winkels Θ darstellt, unter dem der Sender 12, 62 oder 102 und der Empfänger 14, 64 oder 104 der Fahrbahn gegenübergestellt ist. Die Abweichung $\Delta\Theta$ kann jedoch dadurch bestimmt werden, daß ein Neigungswinkel des Fahrzeugaufbaus in bezug auf die Fahrbahn in der zu der Fahrtrichtung parallelen und zur Fahrbahn senkrechten Ebene gemessen wird.

Unter Bezugnahme auf Fig. 14 und 15 wird ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben, bei dem zum Ermitteln der Abweichung $\Delta\Theta$ der Neigungswinkel des Fahrzeugaufbaus gemessen wird.

In der Meßanlage gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel wird eine Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 110 verwendet, die einen Sender 112, einen Empfänger 114 und einen Fahrgeschwindigkeitsrechencomputer 116 enthält. Der Sender 112 und der Empfänger 114 sind an dem Fahrzeugaufbau auf gleiche Weise wie der Sender 12 und der Empfänger 14 bei dem ersten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 angebracht.

Der Computer 116 nimmt für das Berechnen der Abweichung $\Delta\Theta$ die Ausgangssignale eines Fahrzeugfronthöhensensors 120 und eines Fahrzeugheckhöhensensors 122 auf. Der in Fig. 2 gezeigten Antiblockierregel-einrichtung 30 wird ein Signal zugeführt, das die entsprechend der berechneten Abweichung $\Delta\Theta$ berechnete Fahrgeschwindigkeit u darstellt.

Der Fahrzeugfronthöhensensor 120 ist an einem vorderen Bereich des Fahrzeugaufbaus befestigt, an dem die Vorderräder angebracht sind, während der Fahrzeugheckhöhensensor 122 an einem hinteren Bereich des Fahrzeugaufbaus befestigt ist, an dem die Hinterräder angebracht sind.

Bei diesem fünften Ausführungsbeispiel wird die Fahrgeschwindigkeit u gemäß einer durch das Ablaufdiagramm in Fig. 15 dargestellten Routine berechnet.

Zuerst werden bei einem Schritt S111 eine Fahrzeugfronthöhe H_f und eine Fahrzeugheckhöhe H_r aufgenommen, die jeweils mittels des HöSENSORS 120 bzw. 122 erfaßt werden. Diese Höhen H_f und H_r werden jeweils als Versetzungen des Frontteils und des Heckteils des Fahrzeugaufbaus gegenüber der nominellen Fronthöhe bzw. Heckhöhe ausgedrückt. Die erfaßten Höhenwerte H_f und H_r sind positiv, wenn die tatsächlichen Höhen kleiner als die nominellen Höhen sind, und negativ, wenn die tatsächlichen Höhen größer als die nominellen Höhen sind. Auf den Schritt S111 folgt ein Schritt S112, bei dem aus den Höhenwerten H_f und H_r eine Differenz Δh berechnet wird. Diese Differenz Δh , die einem Ausmaß der Fahrzeugaufbauneigung entspricht, hat einen positiven Wert, wenn der Frontteil des Fahrzeugaufbaus niedriger als der Heckteil des Fahrzeugaufbaus ist, und einen negativen Wert, wenn der Frontteil höher als der Heckteil ist. Mit der Differenz Δh nimmt der Neigungsgrad des Fahrzeugs zu.

Die Routine schreitet dann zu einem Schritt S113

weiter, bei dem von der berechneten Differenz Δh ausgehend die Abweichung $\Delta\Theta$ nach folgender Gleichung berechnet wird:

$$\Delta\Theta = (\Delta h/L)(180^\circ/\pi)$$

wobei L der Achsstand des Fahrzeugs ist.

Auf den Schritt S113 folgt ein Schritt S114, bei dem die Fahrgeschwindigkeit u aus der Abweichung $\Delta\Theta$, dem Bezugswinkel Θ_0 und der Dopplerverschiebung Δf gemäß der vorangehend in bezug auf den Schritt S3 bei dem ersten Ausführungsbeispiel angegebenen Gleichung berechnet wird.

Versuche mit einem Fahrzeug mit einer herkömmlichen Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage haben gezeigt, daß die ohne Berücksichtigung der Abweichung $\Delta\Theta$ erfaßte Fahrgeschwindigkeit u einen durch die Abweichung $\Delta\Theta$ verursachten Meßfehler von ungefähr 5% enthielt, wenn der Fahrzeugaufbau unter einem maximalen Neigungswinkel (Nickwinkel) von ungefähr 2° geneigt war, der bei einem plötzlichen Bremsen des Fahrzeugs auftrat. Versuche mit einem Fahrzeug mit der Anlage gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel haben gezeigt, daß der Meßfehler nur ungefähr 0,5% betrug.

Daher wird bei diesem Ausführungsbeispiel, bei dem die Abweichung $\Delta\Theta$ aus der Höhendifferenz an dem Frontteil und Heckteil des Fahrzeugs ermittelt wird, die Genauigkeit der Messung der Fahrgeschwindigkeit u gleichfalls dadurch verbessert, daß der Einfluß des Bremsnickens des Fahrzeugaufbaus auf die gemessene Fahrgeschwindigkeit ausgeschaltet wird.

Patentansprüche

1. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage für ein Fahrzeug, mit einem an dem Fahrzeugaufbau befestigten Sender (12; 62; 102; 112), der eine Welle zu einer von dem Fahrzeug befahrenen Fahrbahn hin sendet, mit einem an dem Fahrzeugaufbau befestigten Empfänger (14; 64; 104; 114), der einen Teil der von der Fahrbahn reflektierten Welle empfängt, und mit einer Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung, die aus einer Sendefrequenz der von dem Sender gesendeten Welle und einer Empfangsfrequenz des Teils der von dem Empfänger empfangenen Welle eine Bodengeschwindigkeit des Fahrzeugs in bezug auf die Fahrbahn ermittelt, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung (16; 34; 66; 34; 106; 130; 116; 120; 122) die Fahrgeschwindigkeit aufgrund eines Parameters, der sich mit einem Winkel des Fahrzeugaufbaus in bezug auf die Fahrbahn in einer zur Fahrtrichtung parallelen und zur Fahrbahn senkrechten Ebene ändert, sowie aufgrund eines Verhältnisses zwischen der Sendefrequenz (f_T) und der Empfangsfrequenz (f_R) bestimmt.

2. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung (16; 34; 66; 34)

eine Raddrehzahl-Sensoreinrichtung (34) zum Erfassen der Drehzahlen der Fahrzeugräder, eine Beschleunigungs/Verlangsamungs-Rechen-einrichtung (16; 66), die aus einem Ausgangssignal der Sensoreinrichtung einen Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert für den Fahrzeugaufbau

berechnet, und eine Winkel-Recheneinrichtung (16; 66) aufweist, die den Winkel als Parameter aufgrund des Beschleunigungs- oder Verlangsamungswertes und eines Bezugswinkel des Fahrzeugaufbaus in bezug auf die Fahrbahn in der Ebene bei dem Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert "0" berechnet.

3. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Recheneinrichtung (16) während eines vorbestimmten Zeitabschnittes nach dem Beginn eines Bremsens des Fahrzeugs wiederholt den Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert berechnet und nach dem Ablauf des vorbestimmten Zeitabschnittes den in dem vorbestimmten Zeitabschnitt zuletzt berechneten Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert aufrecht erhält.

4. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Recheneinrichtung (16) während des vorbestimmten Zeitabschnittes in vorbestimmten Zeitabständen aufeinanderfolgende Abfragewerte des Verlangsamungswertes berechnet und den Verlangsamungswert aus einer vorbestimmten Anzahl der aufeinanderfolgenden Abfragewerte in Zählung von dem letzten Abfragewert her berechnet.

5. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkel-Recheneinrichtung (16) eine Abweichung ($\Delta\Theta$) des Winkels (Θ) des Fahrzeugaufbaus ermittelt, die dem von der Beschleunigungs/Verlangsamungs-Recheneinrichtung (16) berechneten Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert entspricht, wobei die Winkel-Recheneinrichtung den Winkel aus der Abweichung ($\Delta\Theta$) und dem Bezugswinkel (Θ_0) berechnet.

6. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung (34; 66) eine Raddrehzahl-Sensoreinrichtung (34) zum Erfassen der Drehzahlen der Fahrzeugräder, eine Beschleunigungs/Verlangsamungs-Recheneinrichtung (66), die aufgrund eines Ausgangssignals der Sensoreinrichtung einen Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert für den Fahrzeugaufbau berechnet, eine Korrekturwert-Recheneinrichtung (66), die einen Korrekturwert (K) berechnet, der dem von der Beschleunigungs/Verlangsamungs-Recheneinrichtung berechneten Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert entspricht und eine Korrekturereinrichtung (66) aufweist, die die Fahrgeschwindigkeit durch Korrigieren einer Fahrgeschwindigkeit, welche einem Bezugswinkel (Θ_0) des Fahrzeugaufbaus in bezug auf die Fahrbahn in der Ebene bei dem Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert "0" entspricht, mit dem von der Korrekturwert-Recheneinrichtung berechneten Korrekturwert korrigiert.

7. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung (16; 34; 66; 34; 106; 130) eine Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung aufweist, die als Parameter einen Beschleunigungs- oder Verlangsa-

mungswert den Fahrzeugaufbau ermittelt.

8. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung (106; 130) einen Beschleunigungs/Verzögerungssenor (130) zum Messen eines Beschleunigungs- oder Verlangsamungswertes an dem Fahrzeugaufbau und eine Beschleunigungs/Verlangsamungs-Ermittlungseinrichtung aufweist, die wiederholt aus einem Ausgangssignal des Beschleunigungs/Verzögerungssensors aufeinanderfolgende Abfragewerte (GSMP) der Beschleunigungs- oder Verlangsamungswerte ermittelt, wobei die Ermittlungseinrichtung während eines ersten Zeitabschnittes nach Beginn des Bremsens des Fahrzeugs als Parameter einen ersten Wert (GMEAN1) aus einer vorbestimmten ersten Anzahl (M) der aufeinanderfolgenden Abfragewerte in Zählung von dem letzten Abfragewert her berechnet und während eines auf den ersten Zeitabschnitt folgenden zweiten Zeitabschnittes als Parameter einen zweiten Wert (GMEAN2) aus einer vorbestimmten zweiten Anzahl (N) der aufeinanderfolgenden Abfragewerte in Zählung von dem letzten Abfragewert her berechnet, wobei die zweite Anzahl größer als die erste Anzahl ist.

9. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach Anspruch 7 für eine Antiblockierbremsregel-einrichtung (30), die gemäß einem Zusammenhang zwischen einer durch einen entsprechenden von mehreren Raddrehzahlsensoren erfaßten Drehzahl eines jeweiligen Rades und der durch die Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung ermittelten Fahrgeschwindigkeit den jeweils an dem betreffenden Rad aufgetragenen Bremsdruck derart regelt, daß das Blockieren des Rades vermieden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Erfassungseinrichtung (66) eine Fahrgeschwindigkeit-Berechnungseinrichtung (66), die aus den mittels der Raddrehzahlsensoren (34) erfaßten Drehzahlen (V) der Räder eine berechnete Fahrzeuggeschwindigkeit (VSO) ermittelt, eine Abfrageeinrichtung (66), die Abfragewerte des Beschleunigungs- oder Verlangsamungswertes für den Fahrzeugaufbau ermittelt, von denen jeder gleich der Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Werten der aus der Fahrzeuggeschwindigkeit-Berechnungseinrichtung erhaltenen berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit ist, und eine Beschleunigungs/Verlangsamungs-Ermittlungseinrichtung (66) aufweist, die nacheinander die Abfragewerte für den Beschleunigungs- oder Verlangsamungswert aus der Abfrageeinrichtung aufnimmt, wobei die Ermittlungseinrichtung während eines ersten Zeitabschnittes zwischen dem Beginn des Aufbringens von Bremsdruck an dem jeweiligen Rad und einem Zeitpunkt zwischen dem Beginn der Antiblockierregelung des Bremsdruckes und dem Beginn eines durch die Antiblockierregelung verursachten Anstiegs der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit als Parameter einen ersten Wert (GMEAN1) aus einer vorbestimmten ersten Anzahl (M) der Abfragewerte (GSMP) in Zählung von dem zuletzt aufgenommenen Abfragewert her berechnet,

während eines zweiten Zeitabschnittes zwischen dem Ablaufen des ersten Zeitabschnittes und dem Beginn eines Sinkens der berechneten Fahrzeuggeschwindigkeit als Parameter denjenigen ersten Wert bestimmt, der während des ersten Zeitabschnittes zuletzt berechnet wurde, und

während eines dritten Zeitabschnittes zwischen dem Ablaufen des zweiten Zeitabschnittes und dem Beenden der Antiblockierregelung des Bremsdruckes als Parameter einen zweiten Wert (GMEAN2) aus einer vorbestimmten zweiten Anzahl (N) der Abfragewerte in Zählung von dem letzten Abfragewert her berechnet, wobei die zweite Anzahl größer als die erste Anzahl ist.

10. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Ermittlungseinrichtung (66; 106) als ersten Wert (GMEAN1) einen Mittelwert der vorbestimmten ersten Anzahl (M) der Abfragewerte (GSMP) und als zweiten Wert (GMEAN2) einen Mittelwert der zweiten Anzahl (N) der Abfragewerte berechnet.

11. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigungs/Verlangsamungs-Ermittlungseinrichtung (66) den ersten und den zweiten Wert aufgrund jeweiliger Regressionskurven ermittelt, die jeweils aus der ersten bzw. zweiten Anzahl von Abfragewerten berechnet sind.

12. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach Anspruch 1 für ein Fahrzeug mit Vorderrädern und Hinterrädern, die jeweils an dem Fahrzeugaufbau an einem Frontteil bzw. einem Heckteil angebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrgeschwindigkeit-Ermittlungseinrichtung (116, 120, 122)

einen Fahrzeugfronthöhensensor (120) zum Messen einer vorderen Höhe (Hf) zwischen dem Frontteil des Fahrzeugaufbaus und der Fahrbahn, einen Fahrzeugheckhöhensensor (122) zum Messen einer hinteren Höhe (Hr) zwischen dem Heckteil des Fahrzeugaufbaus und der Fahrbahn und eine Winkelermittlungseinrichtung (116) aufweist, die aus den Ausgangssignalen der Höhensensoren als Parameter den Winkel des Fahrzeugaufbaus in bezug auf die Fahrbahn in der Ebene ermittelt.

13. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender und der Empfänger in Vorwärtsrichtung des Fahrzeugs derart ausgerichtet sind, daß sie der Fahrbahn unter einem spitzen Winkel in bezug auf diese in der Ebene zugewandt sind.

14. Dopplereffekt-Fahrgeschwindigkeitsmeßanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender und der Empfänger in Rückwärtsrichtung des Fahrzeugs derart ausgerichtet sind, daß sie der Fahrbahn unter einem spitzen Winkel in der Ebene zugewandt sind.

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

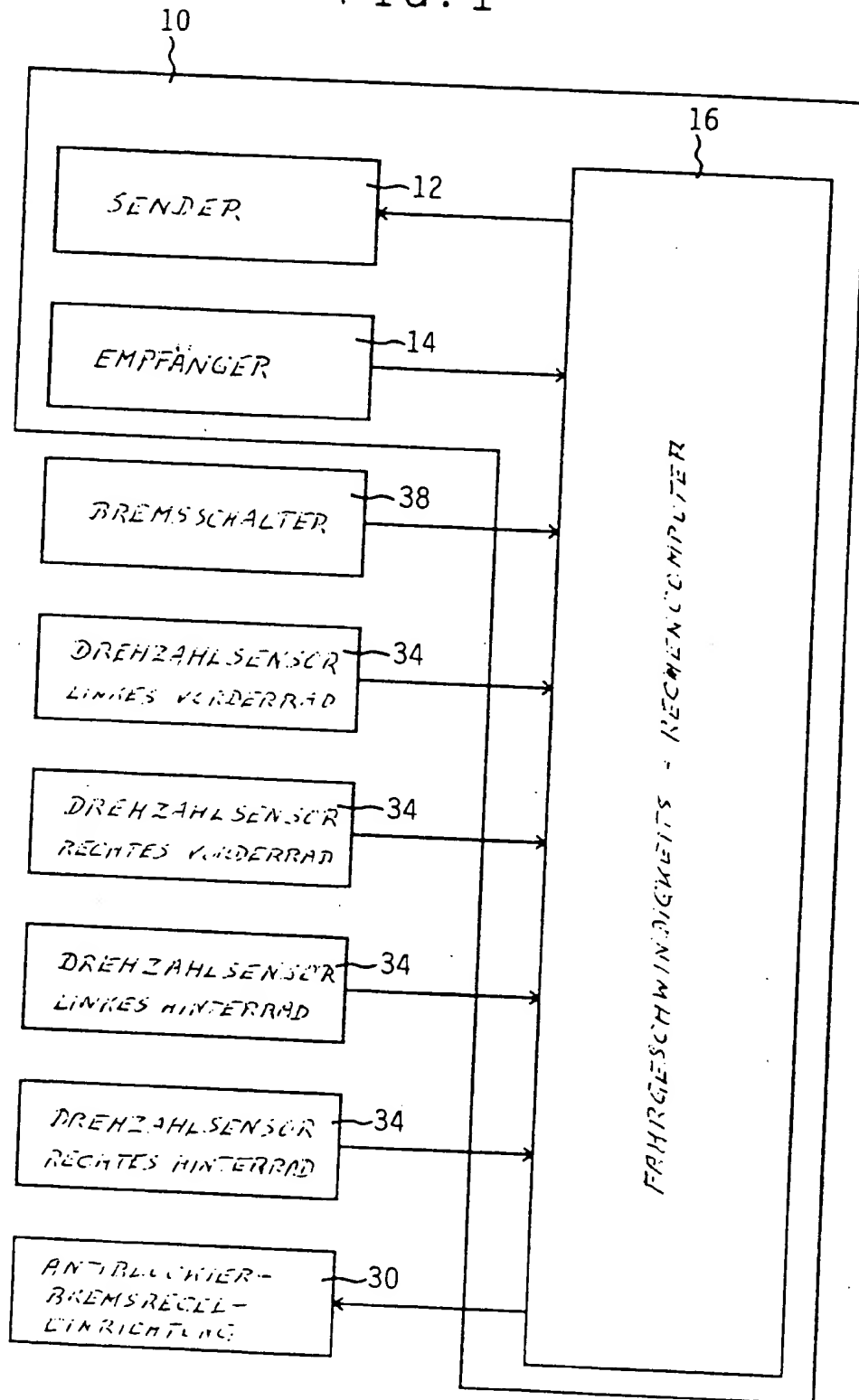
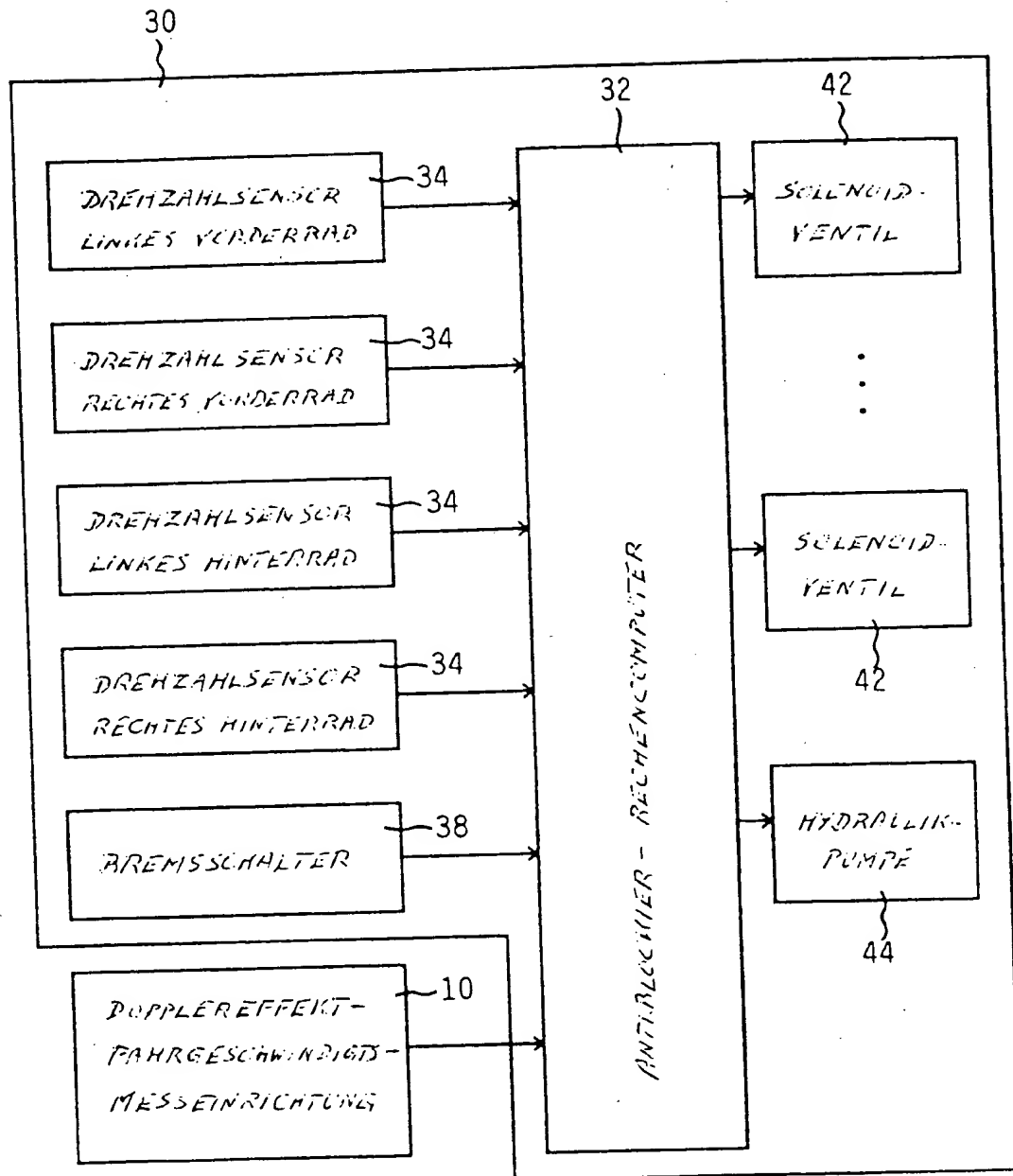


FIG. 2



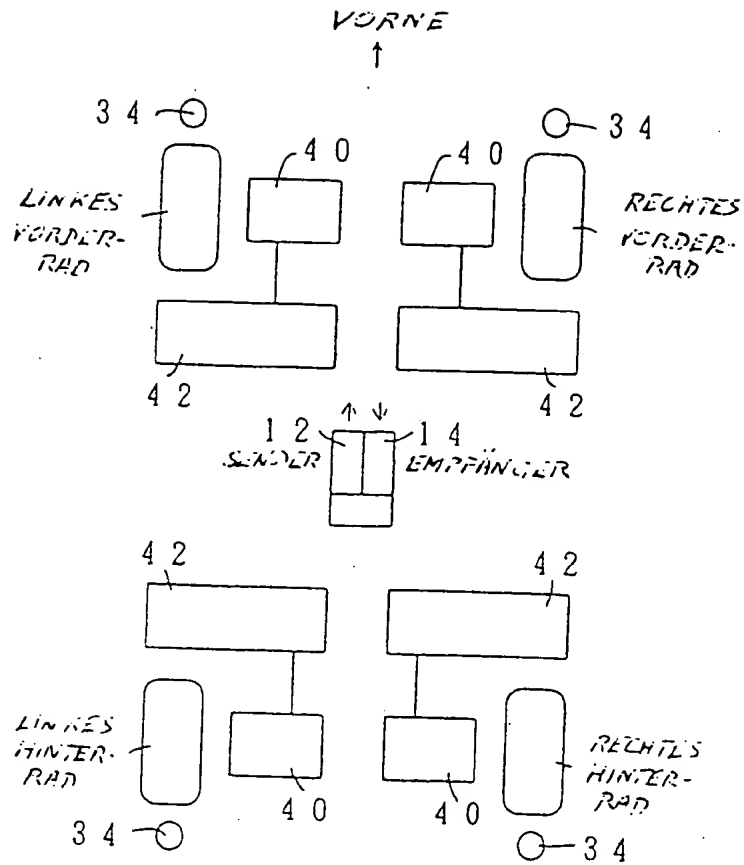


FIG. 3

FIG. 4

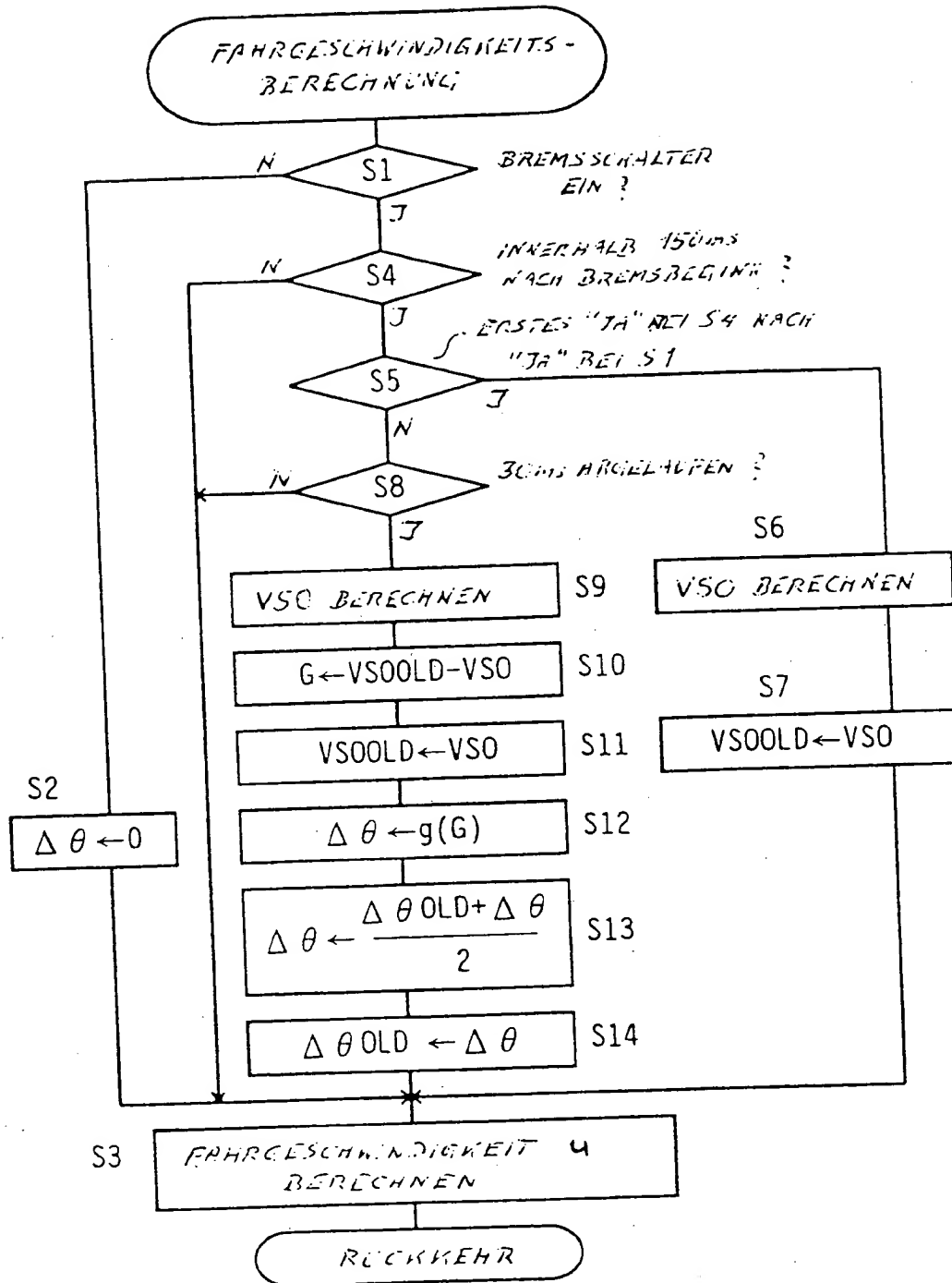
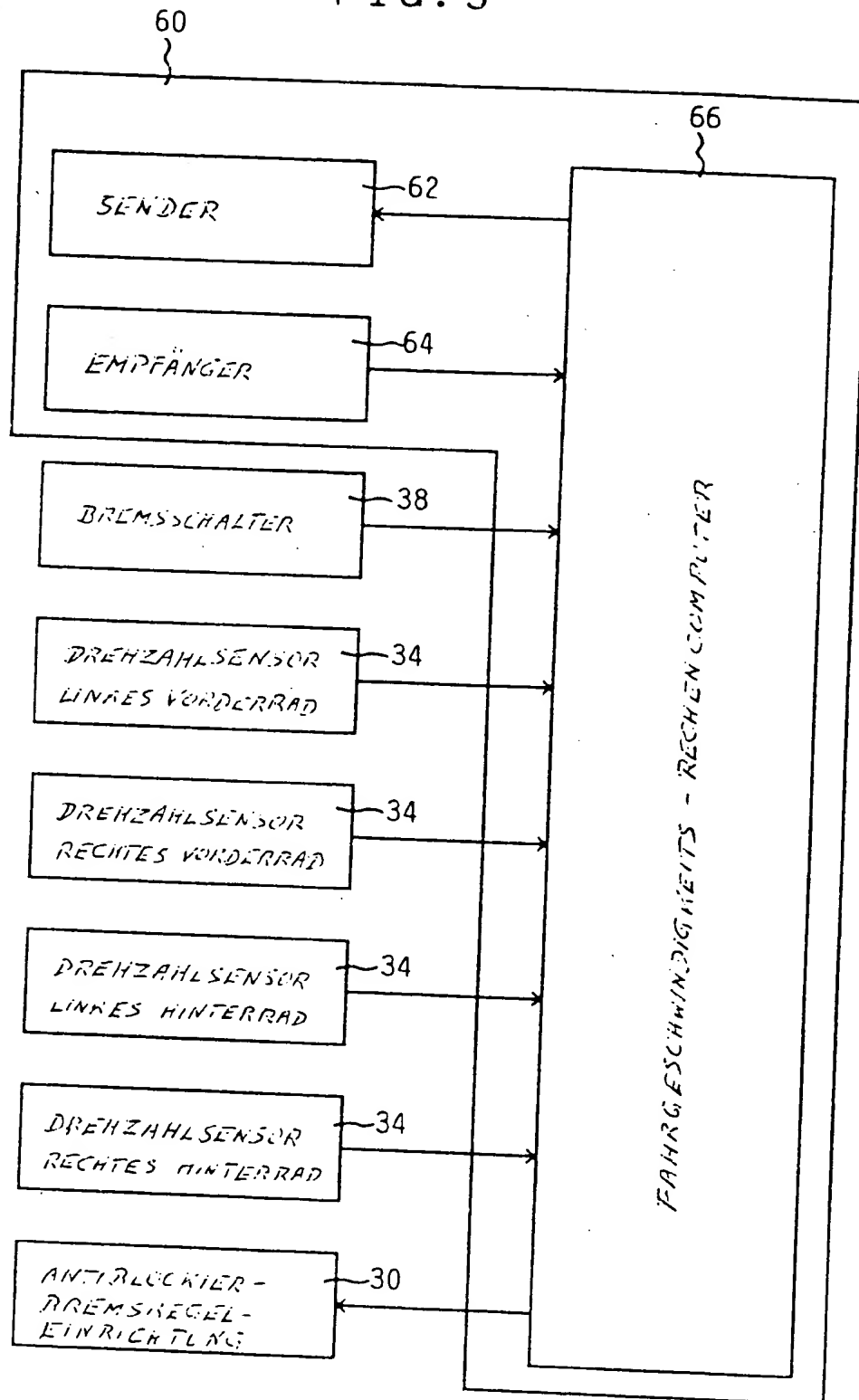


FIG. 5



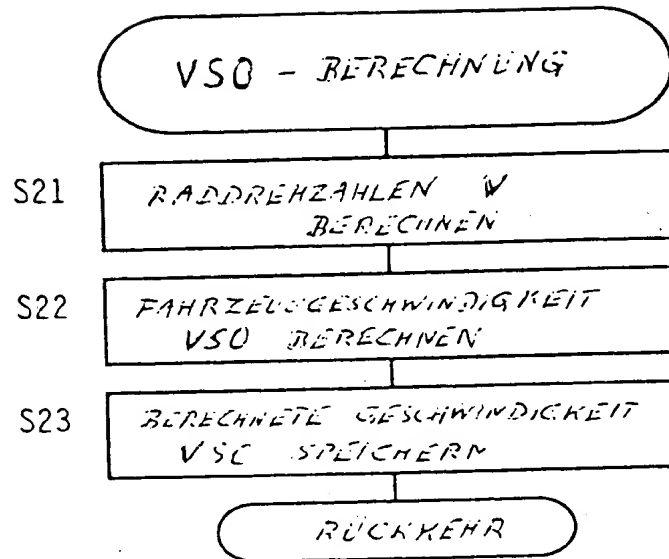


FIG. 6

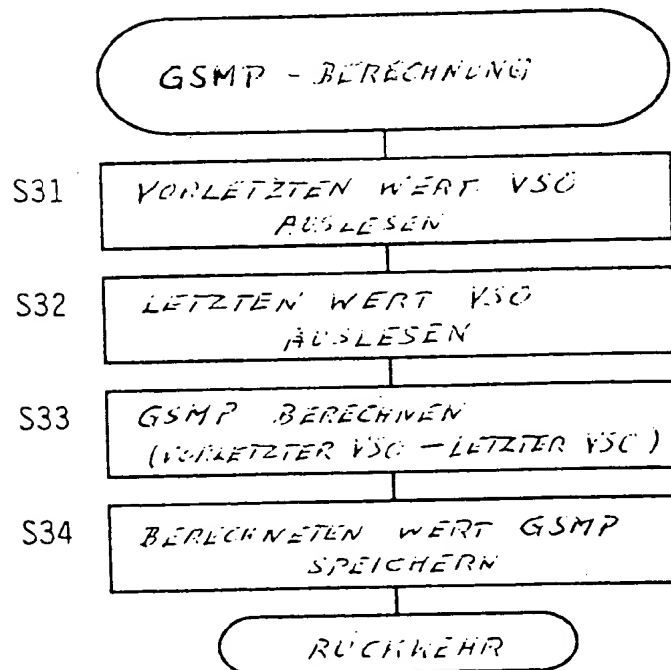


FIG. 7

FIG. 11

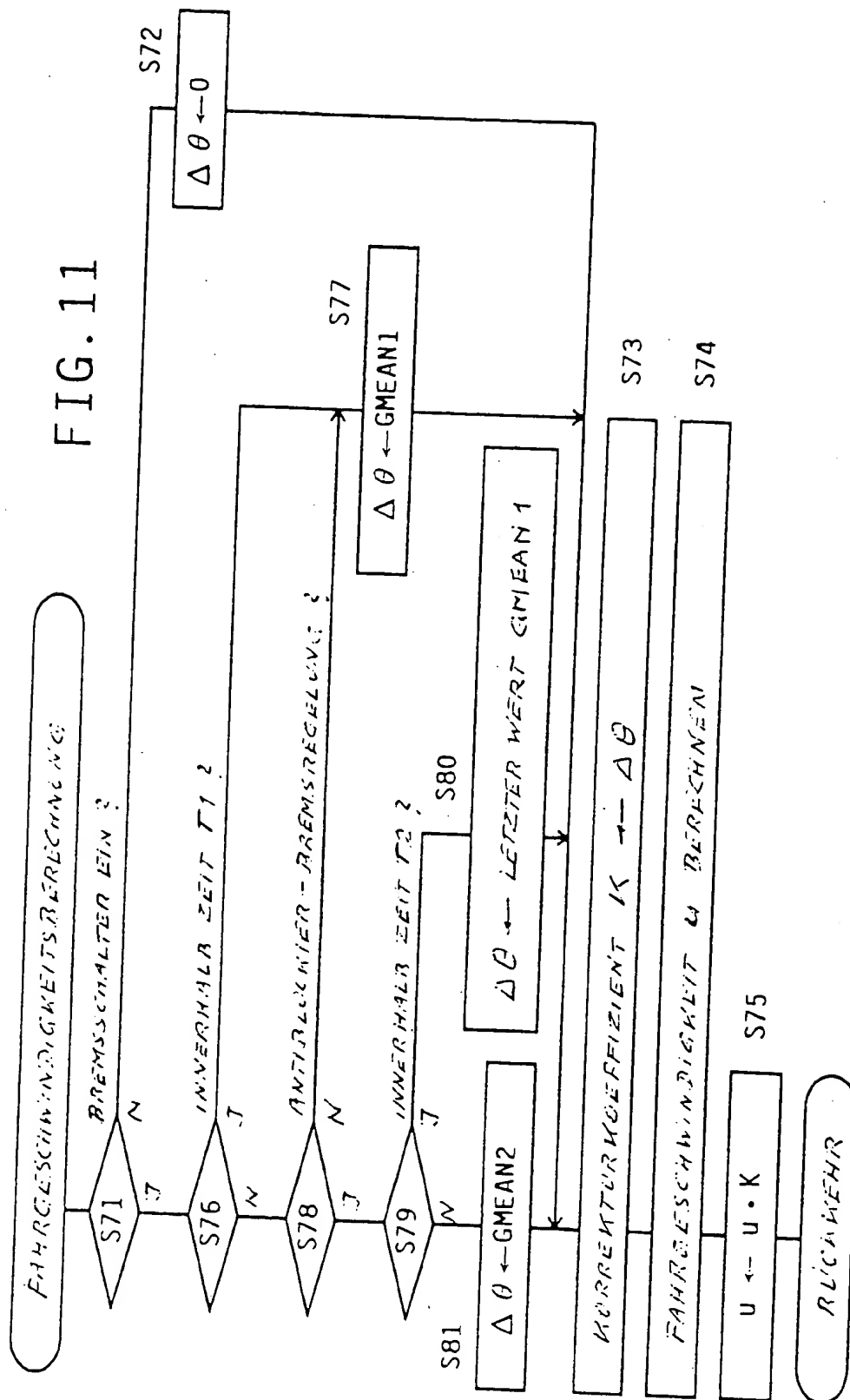


FIG. 12

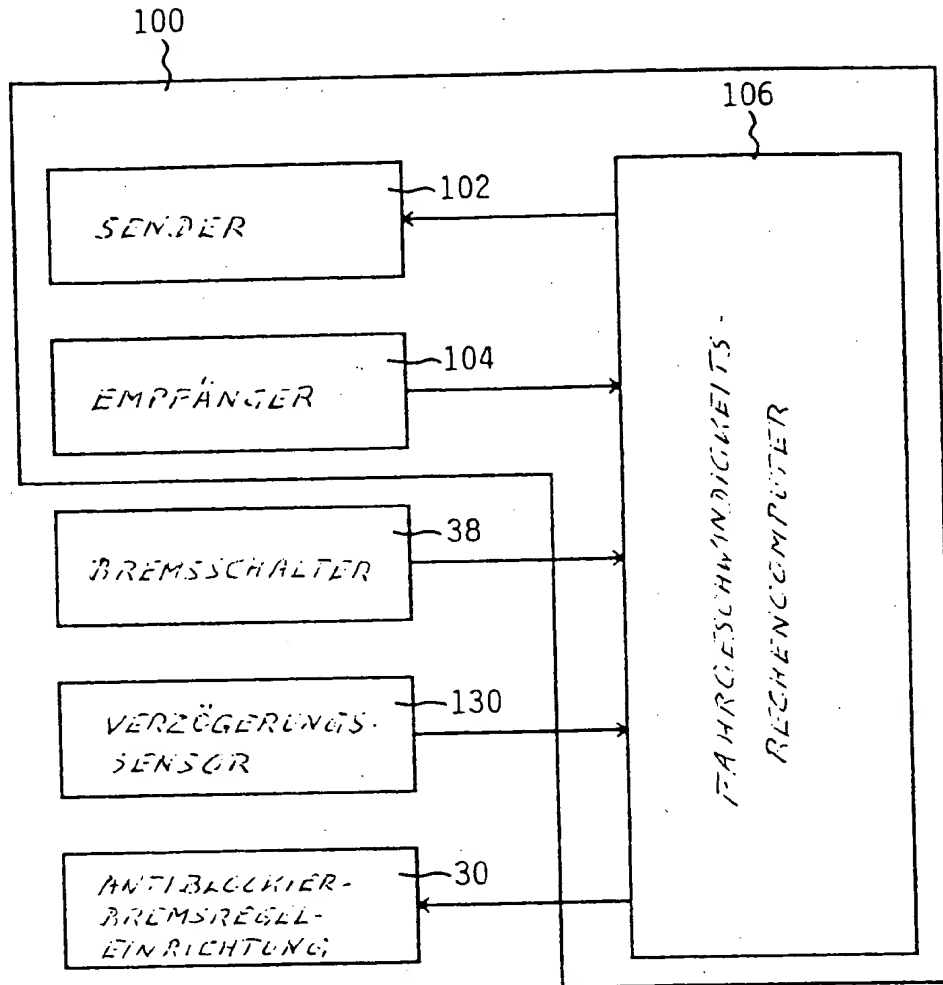


FIG. 13

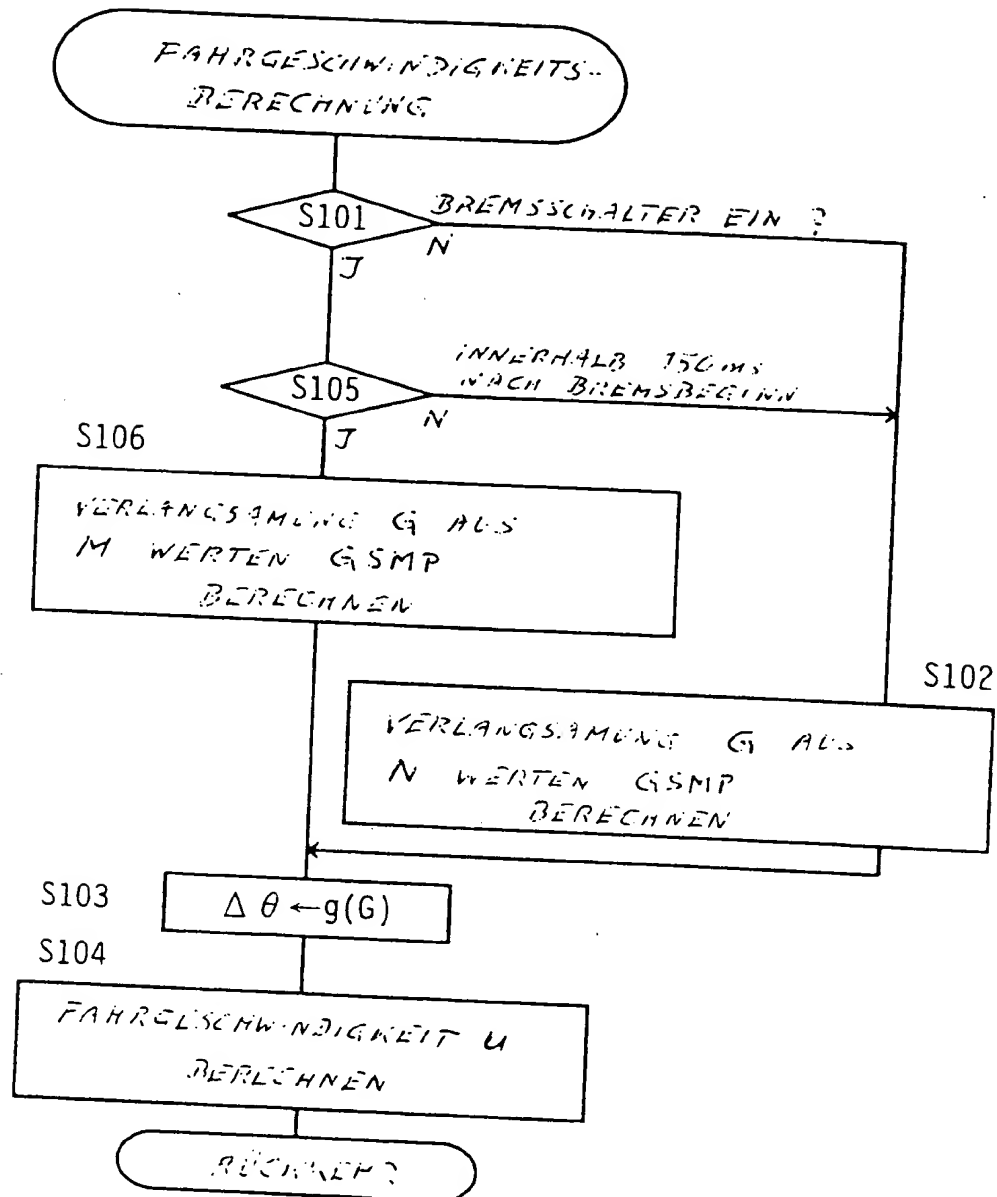


FIG. 14

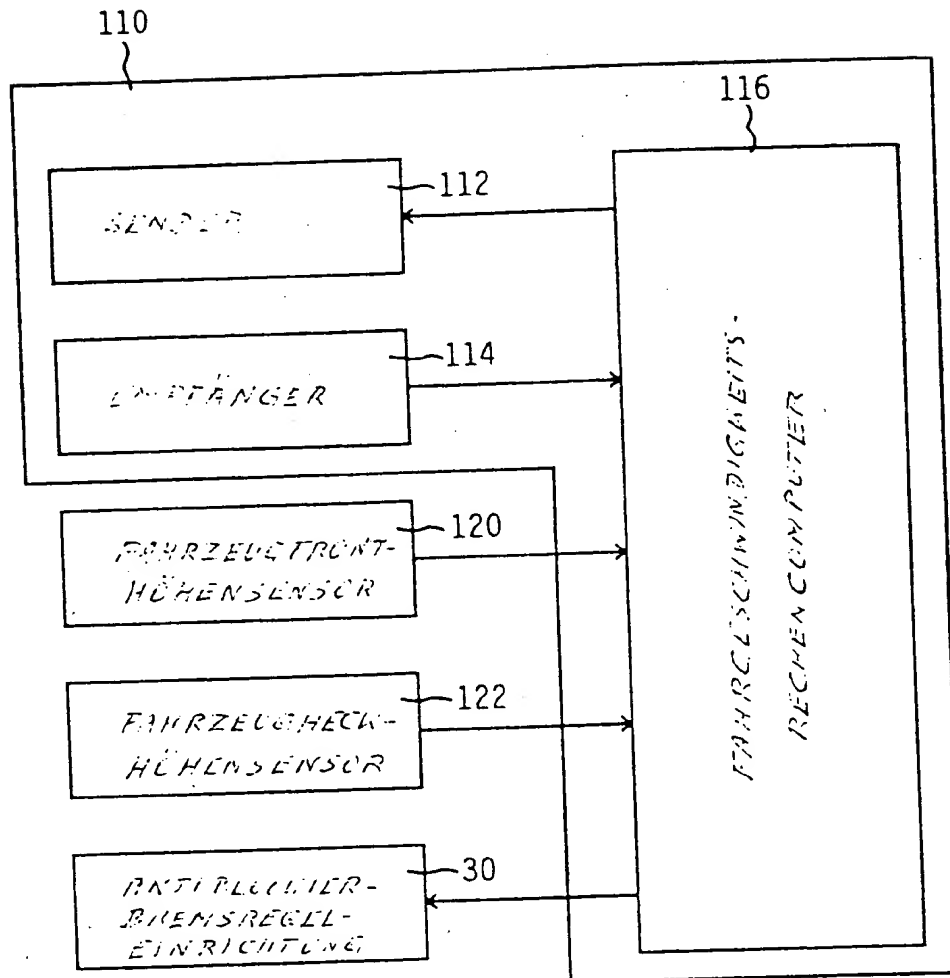


FIG. 15

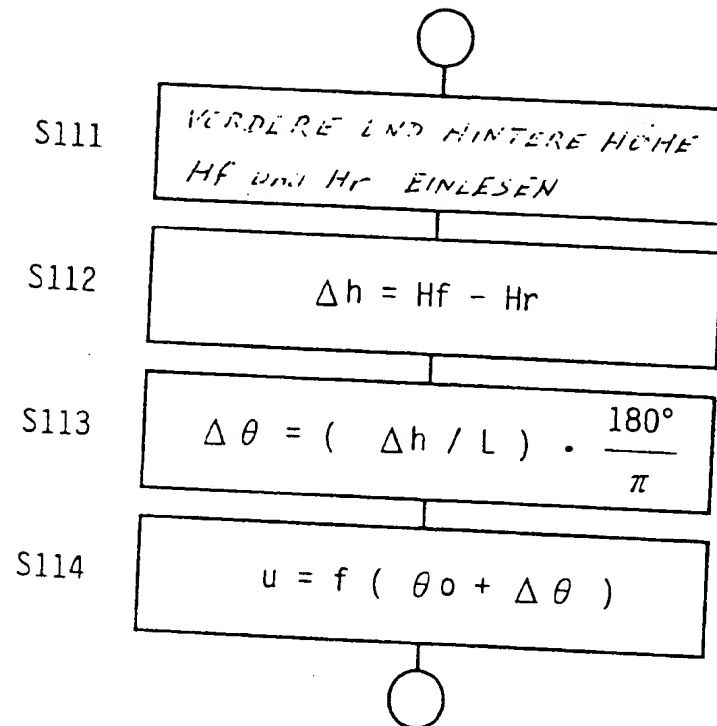
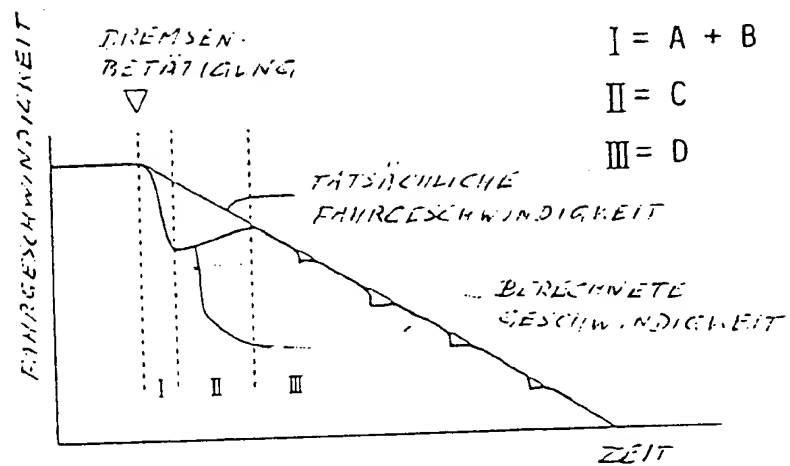


FIG. 16



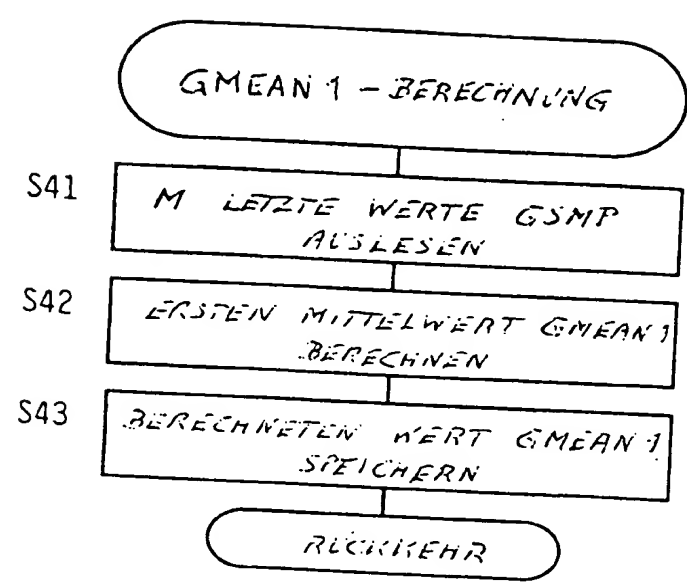


FIG. 8

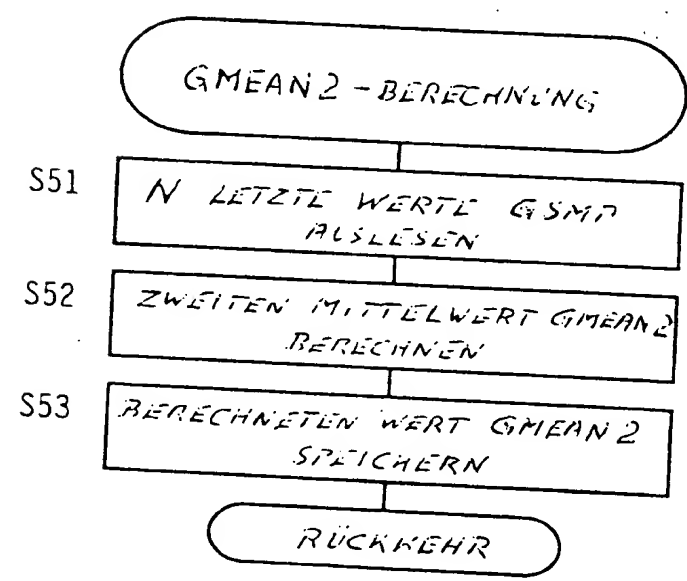


FIG. 9

FIG. 10

